

Tartu Ülikool  
Filosoofia ja semiootika instituut  
Filosoofia osakond  
Filosoofia ajaloo õppetool

George Berkeley traktaadis “De motu” esitatud kriitikast  
Isaac Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni suhtes

Magistritöö

Raul Veede

Juhendajad: Roomet Jakapi (PhD)  
Enn Kasak (PhD)

2017

Olen magistritöö kirjutanud iseseisvalt. Kõigile töös kasutatud teiste autorite töödele, põhimõttelistele seisukohtadele ning muudest allikatest pärinevatele andmetele on viidatud.

Autor: Raul Veede

Allkiri .....

Tartus, 22. mail 2017

*CC BY-NC-SA 4.0*

When Bishop Berkeley said "there was no matter,"  
And proved it—'twas no matter what he said:  
They say his system 'tis in vain to batter,  
Too subtle for the airiest human head;  
And yet who can believe it! I would shatter  
Gladly all matters down to stone or lead,  
Or adamant, to find the World a spirit,  
And wear my head, denying that I wear it.

*George Gordon Byron, "Don Juan", Canto 11*

Clearly, quantum gravity is ... an archetypal postmodernist science.

*Alan Sokal, "Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity" (1996)*

## Sisukord

<b>Sissejuhatus</b>	<b>5</b>
Töö struktuurist	7
<b>1. Lähtekohad</b>	<b>8</b>
1.1. Teemavalik: Berkeley, "De motu", gravitatsioon	8
1.1.1. George Berkeleyst ja tema teoste retseptsioonist	8
1.1.2. "De motu" kohast Berkeley loomingus ja retseptsioonis	11
1.1.3. Gravitatsiooni problemaatilisusest Newtonil	12
1.2. Berkeley ja Newton: puuduvad vastulaused	14
1.3. Ajaloolise tausta tähtsusest	15
1.4. Bibliograafilisi märkusi	17
1.5. Tõlkeküsimusi	17
<b>2. Berkeley Newtoni-kriitika teaduslooline kontekst</b>	<b>24</b>
2.1. Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni probleeme tema enda hinnangul	25
2.1.1. Kaugmõju	25
2.1.2. Eeter	28
2.2. Berkeley "De motu" neljas lõikes läbi uusaja teadusloo	31
2.2.1. Newton ja njutoniaanid: seisukohtade dünaamika ja dialektika	31
2.2.2. Natuurfilosoofia matematiseerimise kulg ja mõju	33
2.2.3. Newton maagilise ja mehhaanilise traditsiooni vahel	37
2.2.4. Liikumise ülekandumise küsimus: ajaloolis-filosoofiline taust ja relevantsus	39
2.3. Njutoniaanlusele vastandunud koolkondade seisukohad gravitatsiooni küsimuses	40
2.3.1. Aristotellus	41
2.3.2. Kartesiaanus	42
2.3.3. Hutchinsoniaanus	44
2.4. Sven Dimberg ja rootsiaegne gravitatsioonikriitika Eestis	46
<b>3. Berkeley gravitatsioonikriitiline argumentatsioon "De motus"</b>	<b>48</b>
3.1. Terminoloogia ebamäärasus	49
3.2. Raskusjõu tajutamatus ja fiktiivsus	53
3.3. Gravitatsioon kui varjatud omadus	59
3.4. Jõud kui substantis	62
<b>4. Berkeley gravitatsioonikriitika eripärast ja metafüüsilisest fundeeritusest</b>	<b>65</b>
<b>Kokkuvõte ja järeldused</b>	<b>74</b>

<b>Kirjandus</b>	<b>77</b>
Primaarallikad	77
Berkeley	77
Newton	78
Sekundaarallikad	79
<b>On the Critique of Isaac Newton's Concept of Gravity, as Presented in George Berkeley's Treatise De motu. Summary</b>	<b>91</b>
<b>Lisad</b>	<b>92</b>
Lisa 1. "De motu" osaline tõlge	92
Lisa 2. Newtoni ja Berkeley bio-bibliograafiline lühikronoloogia	101
Lisa 3. Väike Berkeley tõlkesõnastik	104

## Sissejuhatus

George Berkeley kriitikat Isaac Newtoni suhtes on analüüsitud üsna mahukas kirjanduses mitmest aspektist: matemaatilisel, filosoofilisel, absoluutse ruumi, aja ja liikumise küsimuses jne. Vähem on aga pööratud tähelepanu tema kriitikale Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni suhtes, mis on põhiliselt esitatud 1721. aastal ilmunud traktaadis "De motu: Sive de motus principio et natura et causa communicationis motuum" ("Liikumisest ehk liikumise printsiipidest ja loomusest ja liikumise edasikandumise põhjustest"), vähemal määral ka teoses "A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge" ("Traktaat inimaru printsiipidest", punktid 103–117). Tänapäevase populaarse teadusideoloogia taustal tundub gravitatsiooni eitamine parimal juhul omapärane ja huvitav.

Käesoleva töö eesmärk on näidata, et Berkeley traktaadis esitatud argumendid Newtoni gravitatsioonikäsitle vastu olid toonase natuurfilosoofia kontekstis tõsiseltvõetavad (osaliselt tunnistas taoliste argumentide õigsust ka Newton ise) ning mõningal määral on need jäänud oluliseks tänapäevalgi — analoogselt Berkeley kriitikaga teiste füüsikamõistete teemal ja matemaatikas. Teadusfilosoofia ajaloos juhtub aeg-ajalt, et kord mahakantud argumente uues olukorras kaaludes võivad need osutuda tõsisemateks kui arvatud, heites tänapäeva teaduse filosoofilistele alustele uut valgust. Seepärast tasub ka varem unustusse vajunud dispuute mõnikord teaduse arengu ja ajaloolise kogemuse taustal üle vaadata.

"Erisuste nägemine, *discretio*, nõuab teatavat tervikutaju," on kirjutanud Marju Lepajõe. (Lepajõe 2014: 1541) Seepärast ongi kontekstikäsitle osakaal töös Tartumaa tavakeskmisest suurem ning ka lähtekohtades esitatud selgitused mõnevõrra põhjalikumad. Vaatamata kaalukusele filosoofia ajaloos ei tunta Berkeleyt eriti hästi ei tänapäeval ega Eestiski, samamoodi jääks selgitusteta suuremale osale lugejaist hämaraks tema kriitilise dispositsiooni ajalooline taust.

Lepajõe on kirjutanud ka, et euroopalikus akadeemilises kultuuris "tuleb uuritav allikas kindlasti alati tõlkida tervikuna ja kommenteerida, sest alles pärast seda valdab inimene oma uuritavat allikat". (*ibid.*: 1544) Olgu lõpliku valdamisega kuidas on, kuid sellekohane tõlketöö sai siinse käsitle kirjutamise kõrvalt tehtud ja

ehkki kommenteerimistöö võiks alati põhjalikum olla, sugenes tõlkeanalüüsi käigus ka teatud ulatuses kommentaarium. Et magistritöö piirid Tartu Ülikooli filosoofiaosakonnas ei ole siiski kummist, on tööle lisatud tõlge üksnes traktaadi gravitatsioonikriitika kontekstis olulistest osadest ning seonduvate teemade kommentaare on kärbitud piirini, kus refrääniks kujunes “ent selle teema põhjalikum analüüs tuleb esitada mujal”, sest nagu selgitab eesti kirjandusklassika, “rohkem ei mah”. (Kass 1983)

Nagu töö lõppjärgeldustest selgub, on Berkeley füüsikalised argumendid tänini suuremal või vähemal määral tõsiseltvõetavad ning samas suunas mõeldes on arenenud ka mõni tänapäevane füüsikateooria. Tema kriitika teoreetiliste mõistete essentsialiseerimise kohta võib pälvida erinevaid hinnanguid sõltuvalt sellest, kui kaugele läheb vaatleja kaasa Popperi poolt Berkeleyle omistatud instrumentalismi postuleerimisega ning millise positsiooni ta instrumentalismi teadusloolise tähenduse suhtes isiklikult võtab, ent igal juhul oli see tähelepanuväärne ka väljaspool konkreetset ajaloolist konteksti, veel enamgi selle raames. Tema kasutatud teadusmetodoloogilised argumendid olid aga filosoofiliselt tugevalt fundeeritud ning, nagu paljud muudki aspektid töös käsitletud poleemikas, väärivad hilisemat põhjalikumat diakroonilist analüüsi. Kahtlemata tuleks Berkeley ja tema käsitletud teemade mõistmisele Eestis kasuks tema teoste tõlgete ilmumine eesti keeles.

Käsitluse aluseks on angloameerika filosoofialoo traditsioonis tavapärane ajalooline tekstikriitiline lähenemine, mille raames asetatakse Berkeley argumendid valiidsuse hindamiseks niihästi tema kaasaegse dispuudi konteksti kui ka loodusteaduse hilisema arengu taustale.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tänapäevaste metodoloogiliste soovitusete eest Roomet Jakapit, füüsikalise tausta avamise eest Enn Kasakut ning märgiteoreetilise ja keelelise kriitika eest Eva Lepikut, bibliograafilise abi eest aga Adam Grzelińskit.

## Töö struktuurist

Töö esimeses peatükis on selgitatud lähtekohad: põhjendatud autori, allikate ja teema valik, avatud tarvilikul määral materjali eripära, põhjendatud vajadust sünkroonilise ja diakroonilise taustaavamise järele ning osutatud mõningatele tõlkeprobleemidele.

Teises peatükis avatakse Berkeley gravitatsioonikriitika teadusloolist konteksti kolmes vaates: esmalt asetades Berkeley tõstatatud probleemide kõrvale veel kaks, mida tunnistas Newton ise, seejärel näidates Berkeley kriitika positsiooni situatsiooni mõistmiseks oluliste teaduslooliste teemade lõikes ning lõpuks njutoniaanlusele vastandunud teadusfilosoofilisi koolkondi, mille dispuutide taustale asetus Berkeley Newtoni-kriitika tema kaasaegsete silmis.

Kolmandas peatükis on Berkeley traktaadis esitatud gravitatsioonikriitiline argumentatsioon summeeritud neljaks põhiargumendiks, analüüsitud nende toimimist ning kirjeldatud üksikargumentide ajaloolis-filosoofilist tausta.

Neljas peatükk on pühendatud Berkeley kriitika eripäradele ning metafüüsilise fundeerituse küsimusele, puudutades põgusalt ka uuemates Berkeley-tõlgendustes läbivat instrumentalismi probleemi. Sellele järgnevad töö kokkuvõte ja kasutatud kirjanduse loetelu.

Töö lisades on toodud ära traktaadi “De motu” relevantsete osade tõlge koos lühikeste kommentaaridega, Newtoni ja Berkeley võrdlev bio-bibliograafiline lühikronoloogia ning “De motu” lühike tõlkesõnastik ladina, inglise ja eesti terminite vastetega.



# 1. Lähtekohad

Esimeses peatükis on selgitatud töö lähtekohad: põhjendatud autori, allikate ja teema valikut ja osutatud käsiteldava probleemi relevantsusele. Minimaalsel tarvilisel määral on avatud materjali eripära ning põhjendatud vajadust keskmisest magistratööst ulatuslikuma sünkroonilise ja diakroonilise taustaavamise järele. Peatüki lõpus on osutatud mõningatele tõlkeprobleemidele, mis tulenevad teksti eripärast, selle ajaloolisest keelelisest retseptsioonist ning Eesti konteksti toomise asjaoludest.

## 1.1. Teemavalik: Berkeley, "De motu", gravitatsioon

### 1.1.1. George Berkeleyst ja tema teoste retseptsioonist

Inglise filosoofia ajaloos seisab George Berkeley suhteliselt eraldi, kuna tänapäeval kõneldakse temast peamiselt ühena Briti klassikalistest empiristidest, idealismi eestseisja ja mateeria olemasolu eitajana. Kohati esitletakse Berkeley teooriat õpikuis tänini kurioosumina, ehkki tema immaterialism (ehk subjektiivne idealism) avaldas filosoofia arengule suurt mõju, eelkõige Hume'i ja Kanti, kuid ka nt Husserli ja Peirce'i kaudu. Tänu idealistlikule olemisõpetusele, mis pole küll kuigi palju otseseid järgijaid leidnud, pakuvad ka Berkeley natuurfilosoofilised vaated enamikust teistest areneva teaduse kriitikutest erinevat vaatenurka.

Loodusteaduste ajalukku ei jätnud Berkeley kriitika omal ajal kehtvat jälge. Newtoniga polemiseeris 17.–18. sajandil suur hulk rohkem või vähem väljapaistvaid natuurfilosoofe, matemaatikuid, teolooge ja muidu asjahuvilisi, kellest mitmed on ka loodusteaduses tänini märksa tunnustatumad kui Berkeley — laiale publikule tuntuimad neist on ehk Leibniz ja Goethe (vt nt Sepper 2002). Siiski polnud Berkeley omaaegses Briti kontekstis päriselt tähtsusetu ning kuigi tema kriitika jäi suuremate dispuutide varju (nt teadusloos mõjukas Clarke'i-Leibnizi kirjavahetus; Alexander 1956), on see niihästi teravapilguline kui ka ajastule iseloomulik ja väärib tähelepanu kahtlemata rohkem, kui sellele valdavalt antud on. Berkeley argumentatsiooni analüüs võimaldab mõista paremini ka Newtoni gravitatsiooniteooria retseptsiooni arengut ning filosoofialoolist tausta.

Mõnevõrra teisiti olid retseptsiooniga lood pikka aega Ameerikas, kus Berkeleyl on kohalikus filosoofialoos eriline positsioon selle kaudu, et ta avaldas märkimisväärsed mõju Ameerika valgustuse ühele põhiesindajale Samuel Johnsonile. (Tähelepanuväärseid Samuel Johnsoneid on George Berkeley eluloos kaks, üks Ameerikas ja teine Inglismaal; see asjaolu tekitab aeg-ajalt asjakohast segadust.) (Flage, s.a.) Ameerika kõrghariduse üks rajajaid ning Harvardi ülikooli asutaja Johnson põlistas Berkeley mõju sajanditeks, ehkki peamiselt eetika ja pedagoogika vallas. Tema maine hakkas kuhtuma alles 19. sajandi lõpuks. Ehk just seetõttu sai veel 20. sajandi algulgi just Berkeleyst pragmatismi loomiseks inspiratsiooniks üks moodsa semiootika suurkujusid Charles Sanders Peirce<sup>2</sup>, kelle huvi Berkeley märgiteooria vastu semiootikas alles hakatakse taasavastama.

Natuurfilosoofias on enim tähelepanu pööratud Berkeley matemaatilistele seisukohtadele, mis on peamiselt esitatud traktaadis “Analüütik” (“The Analyst”, 1734). Matemaatikaloollane Judith Grabiner kirjutab selle kohta: “Berkeley kriitika diferentsiaalarvutuse ranguse teemal oli teravmeelne, karm ja — matemaatiliste praktikate suhtes, mida ta kritiseeris — sisuliselt õige.” (Grabiner 1997) Samuti on kõnekas asjaolu, et Jessephi ülevaade “Analüütiku” sisust ja bibliograafist on kaasatud eraldi peatükina Elsevieri 2005. aasta kogumikku “Landmark Writings in Western Mathematics 1640–1940”. (Jesseph 2005b)

Populaarsetes väljaannetes ja muudele teemadele keskenduvates käsitlustes piirduakse tavaliselt nendinguga, et Berkeley on üks Briti empiristide kanoonilise kolmainsuse liikmetest Hume'i ja Locke'i vahel, olles neist ainuke idealist. Berkeleyt käsitletakse neist kõige põgusamalt, jättes mulje, et põhjuseks on soov vältida piinlikku immaterialismiteemat, ning tema filosoofia teisi aspekte empirismi kõrval mainitakse harva (“Oxfordi filosoofialeksikon”: “Berkeley on kurikuulus oma immaterialismiga” (Blackburn 2002: 56).). Kui tema obskursemaid, kaanoniväliseid teoseid nagu “Siris” üldse nimetataksegi, siis pelga kurioosumina, nagu seda teeb nt William James: “...ei Berkeley tõrvaveel ega Kanti nebulaarhüpoteesil ei olnud midagi pistmist nende mõtlejate filosoofiliste töökspidamistega.” (James 2005: 124) Jamesi väide ei pea loomulikult paika (vrd Peterschmitt 2010, kus muuhulgas

---

<sup>2</sup> Oma sõnutsi nimetas Peirce pragmatismi esmakordselt 1871. aastal Cambridge'i Metafüüsikaklubis, jutlustades Berkeley kasutatud “formuleerimata meetodit” kui “omalaadset loogikaevangeeliumit”. (*Cit. via* Anderson, Groff 1998: 5)

demonstreeritakse "Sirise" tõrvaveest kui universaalravimist tuleprintsibi kui jumaliku instrumendini viivat mõttekäiku, samuti Jakapi 1999: 1473, kus küll nenditakse, et "'Siris" kuulub ilmselt kummalisimate teoste hulka filosoofia ajaloos"), ent on kaunikesti tüüpiline. Selliste analüüside sügavus on hämmastav, kui meenutada tööka, et just "Siris" oli Berkeley eluajal tema teostest kõige populaarsem: juba ilmunisaastal jõudis see mitme trükini ning levis kiiresti üle terve Euroopa. (Peterschmitt 2010: 73) Võiks arvata, et seesugune raamat pälvib huvi kas või pelgast vajadusest ja soovist mõista selle ajaloolist retseptiooni.

Silvia Parigi kirjelduse kohaselt on Berkeley tööde kriitiline uurimine jagunenud laias laastus kaheks. 1970.–80. aastail domineerinud analüütiline lähenemine keskendub ta varastele trükis ilmunud teostele nagu "Traktaat inimteadmise printsiipidest" ja "Kolm dialoogi", vaadeldes ja hinnates neid eelkõige tänapäevaste teooriate kontekstis ning siludes välja või tõlgendades ümber kohad, mis standardse tõlgendusega ei sobi. Filosoofialoolased — eelkõige Iirimaa või Kontinentaal-Euroopas — uurivad Berkeley teoseid kui tervikut, sh raskemini tõlgitsetavaid nagu "Alciphron" või "Siris", ning vaadeldes neid kooskõlas tema elulooga. Selle lähenemise raames ei ole "ebakõlasid" tihti "lahendatudki". Teadusloolased aga on ta teaduseteemalised teosed nagu "Uus nägemisteooria", "De motu" jts üldjuhul tähelepanuta jätanud, mille põhjuseks võib olla tekstide ja nende autori "filosoofiliselt kompromiteeriv" seos metafüüsilise immaterialismiga. Samuti on Berkeley-uuringute ingliskeelses peavoolus jäetud kõrvale suurem osa teistes keeltes ilmunud uurimustest. Viimastel aastakümnetel on pilt siiski muutunud: vaatenurgad on mitmekesisistunud, anakronistlik lähenemine on taandunud, ajaloolased pööravad enam tähelepanu teooriale ning muuhulgas on Berkeley filosoofiat hakatud vaatlama psühholoogilisest, kogemuslikust ja vaatluslikust aspektist. Laiendatud on ka Berkeley filosoofia ajaloolist tausta, kõrvutades seda valgustusfilosoofia vähem tavapäraste paralleelidega kui "standardanalüüsis" harjumuslikud Hume, Locke ja Malebranche, ning sidudes ajaloolise traditsiooniga ka tema nägemis- ja meditsiiniteooriad. (Parigi 2010a: ix–xv)

Viimaste aastakümnete Berkeley-diskussioonide üks keskseid teemasid on instrumentalismi küsimus: mil määral võib Berkeleyt käsitleda teadusfilosoofilises mõttes instrumentalistina. Sel teemal on kirjutatud mitmeid tähelepanuväärseid artikleid (nt Downing 1995, Peterschmitt 2008, Hight 2010) ning ilmselt ei õnnestuks

sellesse teemasse pikemalt süüvides püsida mingilgi mõistlikul määral magistritöö mahus. Seetõttu püüan puudutada instrumentalismi küsimust vaid tagasihoidlikus mahus neljandas peatükis.

### 1.1.2. “De motu” kohast Berkeley loomingus ja retseptisioonis

George Berkeley loomingus tervikuna ei ole 1721. aastal ilmunud “De motu” tuntumate teoste seas. John Myhilli (1957: 142) hinnangul pidas Berkeley ise enda filosoofilise süsteemi nurgakiviks “Sirist”, mis oli küll üks ta viimaseid tekste (1744, üheksa aastat enne Berkeley surma). Enim tõlgitutest on ka eesti keelde jõudnud “Kolm dialoogi Hylase ja Philonouse vahel: skeptikute ja ateistide vastu” (1713; Roomet Jakapi tõlkes Berkeley 1997); empirismist või ka keeleteooriast kõneldes nimetatakse tihti “Traktaati inimteadmise printsiipidest” (1710) ja “Alciphroni” (1732), loodusteadusliku kriitika kontekstis “Analüütikut” (1734). Üks kahest eesti keeles ilmunud Berkeley-raamatust, Bermani napp eponüümne ülevaade mainib “De motut” põgusalt, kuid ei nimeta seda teoste loetelus raamatu lõpus (Berman 2000: 27–28, 61). Ka ilmumisajal jäi “De motu” Berkeley teiste teoste varju. Lõppeks sündis tekst Berkeley Itaalia- ja Prantsusmaa-reisi ajal konkursitööna, mis ei võitnud Prantsuse Kuningliku Teaduste Akadeemia auhinda — ehkki, nagu osutab Jesseph, pole vaatamata biograaf Joseph Stocki jt väidetele kindlalt teada, kas autor essee konkursile läkitaski. Nii või teisiti võitis konkursi Lausanne’i professor Jean-Pierre Croussaz, jättes seljataha mitmed Jessephi hinnangul kompetentsemad konkurendid, teiste seas Jean Bernoulli. (Jesseph 1992: 3) Siiski on see oluline kui esimene tekst, milles Berkeley esitas oma loodusteadusekriitika alused (Myhill 1957: 144).

“De motu” ei ole kuigi mahukas ning käsitleb eelkõige üht probleemi: kuidas kõrvaldada uuest, njutoniaanlikust mehhanitsistlikust füüsikast metafüüsilised eksitused ning ehitada see üles fenomenalistlikult, nii et füüsika ja metafüüsika oleksid täielikult lahus? Füüsikat ja metafüüsikat vastandav sentiment oli kahtlemata levinud nii 18. sajandil kui hiljemgi. Üks Newtoni tuntumaid tsitaate on: “Füüsika, hoidu metafüüsika eest!” Samamoodi on tõmmatud paralleele positivistliku fenomenalismi ja Berkeley süsteemi vahel, nähes Berkeleys Machi eelkäijat (nt Popper 1953, Myhill 1957). Tõsi, Berkeley vaade füüsika ja metafüüsika eraldamise

viisile ning selle juured tema ontoloogias on suuresti ainulaadsed.

Natuurfilosoofiakäsitlusena ongi "De motu" 20.–21. sajandil taas mõningast tähelepanu pälvinud. Eelkõige tsiteeritakse seda artiklites, mis tegelevad absoluutse ruumi ja liikumise küsimustega, kuid üldjuhul jääb traktaat Berkeley põhiteoste varju.

Kurioosumina võib nentida, et isegi Berkeley teoste standardväljaande eessõnas pidasid toimetajad, valdavalt 20. sajandi olulisemate Berkeley-uurijate sekka arvatud A. A. Luce ja T. E. Jessop vajalikuks loetleda "De motu" nende teoste seas, mis nende hinnangul erilist tähelepanu ei vääri. Nende hinnang "pealiskaudne ja pettumust valmistav töö", mis "'Inimarust" eraldatuna oleks mõttetu", pälvis omakorda teravat kriitikat 2005. aastal Tartu Berkeley-konverentsil esinenud Bertil Belfrage'ilt, kelle meelest toimetajate poolt asjatult sarjatud teksti lugemine võib avada vaateid Berkeley uutele aspektidele, mis tema teoste süsteemselt kallutatud esituse tagajärjel on seni uurimata jäänud (Belfrage 2005).

Muide, "De motu" nimelisi teoseid on enam kui üks. Kuna liikumise küsimused olid 17.–18. sajandi mehhanitsismi teemalises dispuudis kesksed, oli see pealkiri populaarne, ühe taolise leiame isegi Newtonilt. Enamasti on samanimeliste tekstide pealkirjad küll pikemad, kuid sageli lühendatakse neid just sellele kujule (Galileo Galileil "De motu antiquiora" — "Vanemad kirjutised liikumisest", 1590; William Harvey "Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus" — "Anatoomiline käsitus südame ja vere liikumisest loomades", 1628; Newtonil "De motu corporum in gyrum" — "Kehade liikumisest orbiitidel", 1684). Tolleaegse natuurfilosoofia käsitlusi lugedes tuleb seepärast olla tähelepanelik, et Berkeley "De motu" mitte teistega segi ajada.

### 1.1.3. Gravitatsiooni problemaatilisusest Newtonil

Berkeley Newtoni-kriitika on laialt tuntud ja üsna korralikult uuritud — isegi "De motu", mis pole tänapäeva Berkeley-retseptisoonis samavõrd keskne tekst kui näiteks "Analüütik". Samas keskendub enamik uurijaid natuurfilosoofia põhimõistetele nagu aeg, ruum, jõud ja liikumine (nt Popper 1953 ja 1968, Whitrow 1953, Myhill 1957, Suchting 1967, Turbayne 1954) või matemaatilistele kontseptsioonidele nagu infinitiesimaalid (Wisdom 1942; Schwartz 2010; Alexander 2014).

Korduvalt on vaadeldud absoluutse aja, ruumi ja liikumise kriitikat Berkeleyl, mis langeb pikka aegruumilise absolutismi kriitikute ritta, kuhu kuuluvad sedavõrd erinevad autorid kui Ernst Mach (Popper 1953, 1968) ja Henri Bergson (2007: 188–191). Kahtlemata oligi see Berkeley kriitikas üks olulisemaid teemasid. Sisuliselt toetas ta Newtoni mehhaanikat ja tahtis selle säilitada, kuid ilma absoluutse aja, ruumi ja liikumiseta, samas kui kommentaatorite hinnangul tema seisukoht jõudude suhtes muutus. (Pisike *summa* sellest temaatikast Berkeleyl ja baaklistidel leidub ka eesti keeles: Jakapi 1999.)

Võib öelda, et teatud mõttes oli gravitatsioon Newtoni uue füüsika keskne mõiste, ehkki füüsikaliselt oli see vaid jõu erijuhtum. Just gravitatsioon tekitas kõigist jõududest enim vaidlusi ja kuigi Berkeley kritiseeris jõu mõistet kui niisugust — õigemini, selle ontologiseeritud kasutust tema seisukohalt täpsema nominalismi asemel —, oli suur osa kriitikuist valmis jõudude olemasolu möönma. Ühtaegu olid gravitatsioonil poleemikas ulatuslikud teoloogilised järeldused, mistõttu see pälvis füüsikalise ja filosoofilise kõrval olulisel määral ka teoloogilist kriitikat (niivõrd kui Newtoni ajastu kontekstis neist kolmest eraldi kõnelda saabki).

Nii kirjeldas Newton 1687. aastal ilmunud “Loodusteaduse matemaatilistes printsiipides” (“*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*”) ebastabiilset kosmost, mis püsib korras vaid tänu jumala pidevale sekkumisele — milles Niccolo Guicciardini näeb vastandit Kepleri kujutatud pütagoorlikule harmooniale. Newtoni süsteemis avaldub sekkumistes, mis korrigeerivad planeetide orbiite, otseselt jumala olemasolu. (Guicciardini 2013: 51) Tõsi, eluliste teoloogiliste probleemide vältimiseks maskeeris Newton oma füüsikateooriate filosoofilise tagapõhja suuresti teoloogilise neutraalsusega, mille summeerib kenasti üldtuntud lause “Printsiipide” teisele trükile 1713. aastal lisatud lühikesest kirjatööst pealkirjaga “*Scholium Generale*”: “*Hypotheses non fingo*.” (Snobelen 2005; Velbaum 2006: 171–174, 177–178) Sel on olnud pikaajalised tagajärjed moodsa teaduse ideoloogilisele arengule. Maskeeringu edukust näitab seegi, et jumala rolli Newtoni füüsika algses esituses (vastandina njutoniaanide hilisematele tõlgendustele) ei tunne tihti isegi teaduslõulased. Nt vastandab Hugh Trevor-Rope 2010. aastal ilmunud teoses “History and the Enlightenment” Thomas Carlyle’i moraalipõhist maailmakirjeldust, kus jumal universumi arengusse katastroofide kaudu aeg-ajalt sekkub“, 18. sajandi deistide

“amoraalse njuutonliku” maailmamudeliga, kus “puuduv Jumal istub kõige esimesest sabatist saati jõude väljaspool oma universumit ja vaatab, kuidas see kulgeb”. (Trevor-Rope 2010: 227–228)

Ka Berkeley kritikas puudutavad Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni suuresti samad argumendid, mis jõu mõistet üldiselt: ebamäärasus, reaalsuse alusetu postuleerimine, tajutamatus. Ent jõu kui niisuguse arhetüüpse näite ning njutoniaanliku mehhanitsismi ühe keskse mõistena on “De motus” raskusjõule pühendatud küllaldaselt eraldi tähelepanu, et põhjendada selle kriitika käsitlemist iseseisva probleemina. Vaadeldes gravitatsiooni kriitikat “De motus”, võime näha selgemalt nii Berkeley — ja teiste Newtoni-kriitikute, sh Newtoni enda — filosoofilisi argumente üldiselt jõu ja teistegi metafüüsikasse kalduvate natuurfilosoofiliste mõistete vastu või kaitseks kui ka konkreetset gravitatsiooni mõiste kriitikat ja ümberkujunemist Newtoni ajast tänapäevani. See omakorda juhib me tähelepanu Berkeley natuurfilosoofiliste seisukohtade väärtusele tänapäeval ja ajaloolise teadusfilosoofia kriitilise vaatluse vajalikkusele laiemalt.

## 1.2. Berkeley ja Newton: puuduvad vastulaused

Ehkki Berkeley traktaat ilmus 1721, kuus aastat enne Isaac Newtoni surma, ei ole andmeid selle kohta, et Newton oleks Berkeley kriitikale kunagi vastanud või isegi sellest teadlik olnud. Võib oletada, et olulisemast kriitikast 78-aastasele korüfeeale vähemalt räägiti, aga kas Berkeley väikest kirjatükki toona piisavalt oluliseks peeti, ei ole tema teooriate üldise kaasaegse retseptsiooni taustal sugugi kindel. (Bracken 1965: 1–2)

Milliseid Newtoni teoseid Berkeley arvustas? Meil on Newtoni seisukohtade kujunemisest kahtlemata parem ülevaade kui Berkeleyyl, kellele olid kättesaadavad peamiselt Newtoni avaldatud teosed ja tõenäoliselt neistki üksnes osa. Luce loetleb “De motu” märkustes Newtoni teostest “Principia”, Berkeley ise mainib ka Galileod (täpsustamata teost), Borellit (“De Vi Percussionis”), Torricellit (“Lezioni accademiche”) ja Leibnizi (üldviide ajakirjale Acta Eruditorum). Fraser on lisanud viited ka Francis Baconile (täpsustamata) ning Locke’i “Esseele inim mõistusest”. Samas ei tea me Berkeley lugemusest palju muud kui seda, mida ta ise oma kirjutises ära nimetas — arvatavasti tundis ta veel vähemalt Newtoni “Optikat”, kuid

“De motus” ta sellele gravitatsiooni üle arutledes ei viita.

Samamoodi on teadmata, mil määral või kas üldse oli Newton kuulnud Berkeleyst ja tema teostest. Idealistlik ontoloogia, mille ta esitas 1713. aastal “Kolmes dialoogis Hylase ja Philonouse vahel” (Berkeley 1997) oli kahtlemata mõnda aega seltskonnas kõneaineks, kuid vastused sellele piirdusid tihtipeale naeruvääristamisega, mis jäi kõlama ka hilisemas traditsioonis, nagu võib näha käesoleva töö avalehel ära toodud Byroni tsitaadist. Berkeley kriitika üksikasjade ja vähemate kirjatükkide käsitus jäi ilmselt põgusamaks. Muidugi, nagu öeldakse, ei ole tõendite puudumine tõendus puudumisest. Kuid meie praeguste teadmiste taustal jääb Newtoni võimalike vastuargumentide käsitlemine Berkeleyle nii või teisiti pelgaks spekulatsiooniks.

Berkeley kriitikale vastasid küll Newtoni pooldajad, kuid poleemika oli tollal üleüldine ning nagu eespool öeldud, leidis Newtonil suuremagi natuurfilosoofilise kaliibriga vastaseid kui Berkeley. Mis puutub meid siinkohal huvitavasse gravitatsiooni küsimusse, siis keskendus vaidlus ikkagi peamiselt matemaatikale ja teoloogiale ning gravitatsiooni teemal poleemitseti pigem teiste autoritega nagu Leibniz, Hutchinson, Le Sage jts.

Samas on vähemalt Leibnizi kohta kindlalt teada, et mõnd Berkeley teost oli ta lugenud. Ta viitab Berkeleyle rohkem või vähem otseselt vähemasti kahes tekstis. Oma eksemplari Berkeley teosest “A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge” (Dublin, 1710) lisas ta käsikirjalise retsensiooni, millest ilmneb tänapäevaste ja toonaste teaduslike lugemismudelite erinevus: Leibniz alustab küll lausega “Paljugi siin on õige ja lähedane mu enda vaadetele.”, ent jätkab etteheidetega, mille lühikokkuvõtte võiks olla, et Berkeley ei olnud Leibniz (Leibniz 1989a: 307) — ta ei kipu Berkeleyga kaasa mõtlema ja esitatud teooriat selle enda seisukohalt hindama kuigivõrd enam kui Berkeley ise nt “Sirises” Newtonit, Hombergi ja muid omaaegseid keemikuid hinnates (Peterschmitt 2010). Kirjas Des Bosses’ile 5. märtsist 1715 kirjutas ta aga mõnevõrra skeptilisemas toonis: “Too iirlane, kes ründab kehade reaalsust, nähtavasti ei paku sobivaid põhjendusi ega selgita oma positsiooni küllaldaselt. Ma kahtlustan, et ta kuulub nende inimeste hulka, kes tahavad, et neid tuntaks nende paradoksides poolest.” (Leibniz 1989b: 609)



### 1.3. Ajaloolise tausta tähtsusest

Kahtlemata tuleb teadusloolisi, veel enamgi teadusfilosoofia küsimusi ajaloolises plaanis vaadeldes olla ettevaatlik, et mitte langeda tavapärasesse eelkäijate otsimise ja leidmise lõksu, kus lõpuks nähakse varasemate autorite tekste ja teooriaid üksnes hilisemate autorite või tänapäevaste — kitsalt meie kaasaegsete — vaadete ja teadmiste valguses. Nõnda kunagisi teooriaid moodsass Prokrustese sängi venitades esmalt ei tajuta ajalooliselt terviklikke vaateid nende reaalses omaaegses kontekstis, teisalt aga tõlgendatakse kitsasse vaatevälja jäänud üksikuid pelgalt tulevaste teadmiste eelaimustena. (Nii toob Rein Vihalemm (1981: 54) näiteks tagurpidise tõlgenduse, mille kohaselt Aristoteles formuleeris “kogemata” Newtoni esimese seaduse. Veelgi kelmikama näite esitab Bonifatius Kedrov (1962: 128–129), kõneldes entusiastlikest marksistidest, kelle arvates ennustas Lenin raamatus “Materialism ja empiriokrititsism” positroni avastamist juba 20 aastat enne selle teoreetilistki postuleerimist füüsikas.) See ei ole ajalooliste teooriate adekvaatse mõistmise tarvis kuigivõrd tervislik lähenemisviis.

Samas on teaduse ajaloos korduvalt juhtunud nii, et mingi teatud perioodil valdavaks saanud teooria vastu selle sünni aegu esitatud argumendid, mida teooria valitsusajal on populaartõlgenduses peetud rumaluse musternäiteks, on hiljem osutunud siiski olulisteks ja suuremal või vähemal määral õigustatuteks. Eriti puudutab see teaduslike teooriate filosoofilist tagapõhja, mis ei ole praktiliste eksperimentaalsete meetodite ning empiirilistelt kogutud teadmiste kuhjumisest samavõrd sõltuvad kui teadus ise, käsitledes pigem praktikate ja teadmiste aluseks olevaid meetodeid. Siin võiks ajaloolisel teadusfilosoofial olla oluline roll, juhtides tähelepanu tänapäevase teaduse kujunemisloole ning võimalikele tähelepanu väärivatele küsimustele, mida on esitatud varem ning võiks aja möödudes jällegi esitada.

Et mõista, mida tähendas mingi argument oma aja kontekstis, kuidas seda tollal tõlgendati ning kuidas on seda mõistetud või taasesitatud hiljem, tulebki pöörata tähelepanu selle esinemisele eri autoritel ning aegadel. Et kunagist dispuuti adekvaatselt mõista, tuleb seda vaadelda eri tahkude alt, mõtteloos niihästi sünkroonselt kui ka diakroonselt. Seepärast olengi alljärgnevas püüdnud avada

Berkeley kriitika konteksti niihästi oma ajastus kui ka eelnevate ja järgnevate analoogide varal.

#### 1.4. Bibliograafilisi märkusi

Niivõrd kui otsinud olen, pole mul õnnestunud leida kuigivõrd käsitlusi, mis tegeleksid konkreetselt ja ainuüksi Berkeley gravitatsioonikäsitlusega — ei konkreetselt “De motu” ega ka mõne teise teose kontekstis. Küll on aga “De motut” käsitletud muudest vaatenurkadest ning Berkeley gravitatsioonikriitikat on mainitud teistes kontekstides.

Eesti keelde pole “De motut” tänini tõlgitud, sestap tõlkisin teksti ise, vajaminevad tekstikohad võib leida lisast 1. Tõlkeküsimusi puudutan allpool lähemalt. Mulle teadaolevalt on Berkeley ainus eesti keeles ilmunud tervikteos “Kolm dialoogi Hylase ja Philonouse vahel: skeptikute ja ateistide vastu”, mis Roomet Jakapi tõlkes ja järelsõnaga ilmus ajakirja Akadeemia neljas järjestikuses numbris 1997. aastal. Mõned kirjad on (ilmselt vene keele kaudu tõlgituna) avaldatud ka Bernhard Böhovski 1972. aastal eestikeelsena üllitatud raamatus “Berkeley” (tlk L. Laks, algupärand 1970).

Eesti keeles on Berkeleyt tutvustanud peamiselt eelnimetatud Roomet Jakapi (Jakapi 1998a, 1998b, 1999, 2002). Berkeleyst on ilmunud kaks pehmekaanelist raamatukest: 1972. aastal Böhovski ja 2000. aastal David Bermanni veelgi napim käsitus (viimase tõlkis Lauri Vahtre, toimetas Roomet Jakapi). Jakapi 1999. aasta artiklis “Berkeley vaated “loodusfilosoofiale” ja nende tõlgendusi” on tõlgitud mõned palad “De motust”. Üksikuid pudemeid esineb mujalgi, näiteks tõlgiti paar lauset lõikudest 55 ja 58 Bermanni “Berkeley” raames (Berman 2000: 27–28, tlk Lauri Vahtre, toim Roomet Jakapi).<sup>3</sup> Ühtki soliidset köidet Berkeley põhiteostest pole siiski tänini ilmunud, ehkki Avatud Eesti Raamatu sarjas lubati seda juba 2003 (*Filosoofia* 2003) ja 2008 (Väljataga 2008).

---

<sup>3</sup> Selguse huvides väärrib märkimist, et mõned kirjakohtad tekstis võivad sarnaneda asjassepuutuvate artiklite tekstile eesti- ja ingliskeelses Vikipeedias, kuna kirjutamise käigus konspekteerisin korduvalt eri teemasid Vikipeediasse, kust tehtud märkmeid ja ülestähendatud viiteid on võimalik üles leida, erinevalt raamatute vahele kaduvaist lipikuist ja üle arvutite laotuvast failimüriaadist.

## 1.5. Tõlkeküsimusi

Et Newtoni ja Berkeley ajastu tekstide tõlgetesse tuleb suhtuda ettevaatlikult, on ulatuslikult demonstreerinud üks tuntumaid Newtoni-uurijaid I. Bernard Cohen. Nii nt asendas Florian Cajori oma 1934. aastal postuumselt ilmunud ning 20. sajandil laialdaselt kasutuses olnud revideeringus Andrew Motte'i "Principia"-tõlkest (Newton 1934) mitmeid termineid moodsamate vastu nagu *duplicate ratio* → *square of the ratio*, muutis matemaatilisi märke ning tegi ka sisulisi vigu, kuna Cajori, hoolimata pikast ja silmapaistvast tegevusest matemaatikaloolasena, pööras vähe tähelepanu Newtoni ladinakeelsele algtekstile, piirdudes suuresti Motte'i tähelepanuväärse, ent ka mitmeid vigu sisaldava tõlke silumisega. Cohen toob kaks drastilist näidet, kus Motte'i korrektse tõlke (Newton 1729) on Cajori parandanud vigaseks: algsest "pühakirjaga vastuollu minekust" ("do violence to the Scriptures") sai "keelelise täpsuse rikkumine" ("violate the accuracy of language") ning Greshami kolledži astronoomiaprofessorist John Machinist sündis imekspandaval viisil kaks astronoomi, hr Machin ning professor Gresham. Coheni sõnul sai neist vigadest suisa lõplik ajend teha "Principiast" uus, loodetavasti korralikum tõlge (Newton 1999) tema ja Anne Whitmani sulest. (Cohen 1999: 28–37)

Sergio Sismondo hinnangul on Newtoni füüsikaalased teosed tänapäeva käibes minetanud oma algse kuju: "... kui inimestele tundub, et nad suudavad kergesti assimileerida väga vanad teadustulemused tänapäevaste arusaamadega, siis ilmselt on nad saanud hakkama tõlgendusliku vägivallaga mineviku teaduse kallal — Isaac Newtoni füüsika näib silmatorkavalt moodne, kui seda lugeda tänapäeva kooliõpikutest, kuid pole seda üldse algselt avaldatud kujul, või veelgi vähem siis, kui tuua välja seosed Newtoni usuliste vaadete ja alkeemiauuringutega ...." (Sismondo 2008: 19) Et Berkeley ja Newtoni dispuudis esinevad nii ladina kui ka inglise keel, nende käsitlused on aga valdavalt inglise keeles ning mõlemaid tsiteeritakse tihti mugandatult, suurendab tõlkeküsimuste tähtsust veelgi.

Berkeley kirjutas oma algse teksti ladina keeles, kuid juba sajandeid tuntakse seda põhiliselt inglise keele vahendusel, kus esimene tõlge ilmus. Berkeley traktaadi tõlkimisel tuginesin niihästi ladinakeelsele algtekstile kui ka Arthur Aston Luce'i inglise tõlkele eelmise sajandi keskpaigast, mis on tänini üks populaarsemaid

(Berkeley 1993: 253–276; Berkeley 1965: 250–273). Võrdluseks on kasutatud ka teisi tõlkeid, peamiselt Douglas M. Jessephi tõlget (Berkeley 1992), vähemal määral Desmond Clarke'i (Berkeley 2009b) ja Alexander Campbell Fraseri versioone (Berkeley 1901) ja Gennadi Maiorovi venekeelset tõlget (Беркли 1978). Tõlke kontrollimisel kasutasin veel mitmeid tõlkeid, mille lähem analüüs kahjuks töö lõppversiooni ei mahtunud: Wolfgang Breiderti saksakeelne (Berkeley 1969), Dominique Berlioz-Letellier' ja Michelle Beyssade'i prantsuskeelne (Berkeley 1987), Ana Rioja Nieto hispaaniakeelne (Berkeley 2009a), Marcos Rodrigues da Silva (Berkeley 2006) ja Jaimir Conte portugali keelsed (Berkeley 2010), Silvia Parigi itaaliakeelne (Berkeley 2009c), Marek Tomečki tšehhi keelne (Berkeley 2007) ning anonüümne poolakeelne (Berkeley 1988). Ladina, inglise ja eesti terminoloogia ühildamine tekitas mõningaid omapäraseid momente, mis loodetavasti on siiski leidnud rahuldava lahenduse.

Berkeley rõhutab korduvalt tarvidust terminoloogilise täpsuse järele. Selles valguses on eriti kummastav ja nukker, et inglise tõlgetes ei ole valdavalt järgitud ühtsust terminite vastete kasutamises: nt ladina *conatus* ja *nisus* on läbisegi *conation*, *effort* ja veel üht-teist. Kui tahta niigi lustlikus segadikus mingitki järge hoida, ei piisa tõlgetest, vaid tuleb pöörduda algupärandi poole.

Mõnevõrra pälvivad tähelepanu ka tõlkeküsimused, mis on seotud Berkeley ja Newtoni tekstide sisuliste aspektidega. Isegi eestikeelne füüsikaterminoloogia on üsna tugevalt metafoorne ning selle sünniaegadest mäletame mahlaka kõlaga termineid nagu *tõmbamise-vägi* (EKI andmeil tähendas see sõna raskusjõudu, ehkki usutavam tunduks külgetõmbejõud — hea näide vanapärase terminoloogia täpse tõlgendamise probleemidest eesti keeleski) ja *tagasi-kargamise vägi* (elastsus; mõlemad näited Erelt jt 2007). Kuidas siis tõlkida sarnaseid väljendusi kolmesaja aasta tagusest tekstist, kui sõnadel on mitu võimalikku tavakeelset vastet, füüsikalist tähendust pole neist mõnele aga pea jäänudki ja mõni on muutunud obskurseks ka inglise keeles, milles mõlema tekste peamiselt tuntakse? Kuidas anda edasi konteksti, kus meie jaoks konkreetseks muutunud terminid olidki alles värsked, kivistumata ja ähmasevõitu, metafoorsusest märksa tugevamalt koormatud kui tänapäeval?

Kahtlemata on teadusterminoloogia algne metafoorsus loomulik. Thomas Nickles

kirjeldab metafooride nagu "jõud", "raskus"/"gravitatsioon", "energia" ja "magnetväli" muutumist täpse tehnilise tähendusega surnud metafoorideks normaalteaduse väljakujunemise loomuliku osana, kuid rõhutab ka, et isegi vanad baasmetafoorid võivad retooriliselt taas ellu ärgata analoogiate, võrdkujude ja metafooridena. (Nickles 2012: 124) Seepärast võtab ka metafooride terminiseerumine märkimisväärselt palju aega, eriti kui arvestada keelebarjääre. Nt kirjutas Harald Keres veel 1958. aastal "jõududest ehk tungidest" (Keres 2009: 31) See tähendab, et ka ajaloolise teksti tõlkesse tuleb suhtuda teisiti kui tänapäevastes eesti keeles kirjutatud või sellesse tõlgitud füüsikateostesse. Teisalt on kahtlemata loomulik, et teadusterminoloogiat laenatakse tagasi metafoorsesse kasutusse: ilusa näite sellest pakub Berkeley ise, kes ajalehes Guardian<sup>4</sup> avaldatud essees analüüsis indiviidi ja ühiskonna vahelisi sidemeid, kasutades toona kahtlemata njutoniaanlikult kõlanud väljendeid "külgetõmme" ja "raskus". (Breuninger 2010: 39) Sellegagi peab tõlkija arvestama.

Mõnel juhul vastab eesti keeles tavapäraselt kahele ladina või inglise terminile üks eestikeelne. Nii tõlgitakse *kiiruseks* ühtviisi ladina *celeritas* ja *velocitas*, inglise *velocity* ja *speed*. Tänapäevases inglise füüsikaterminoloogias tähistab esimene tavaliselt kiirust kui vektorit, millel on nii numbriline väärtus kui ka suund, teine aga vaid kiirusvektori pikkust, mida saab anda edasi numbrilise suurusega. Berkeley ajal ei olnud see eristus veel juurdunud, mistõttu kahe sõna samane tõlkevaste ei ole iseenesest probleem. Veidi keerukam on olukord sõnadega *momentum* ja *impetus* — mõlemat *liikumishulgaks* tõlkida oleks ehk eksitav, *impulss* on mõnevõrra uuem termin ning tekitaks ehk soovimatuid konnotatsioone. 18. sajandi alguses oli impulsi, liikumishulga jts lähimõistete tõlgendamine füüsikateostes üsna erinev, Berkeley aga ei ava eriti oma terminikasutust, mis raskendab täpse vaste leidmist. Enn Kasaku soovitusel võtsin sõna *impetus* vasteks eesti vanemas füüsikakirjanduses kasutatud termini *impett*.

Omaette huvitav küsimus on fraas *qualitas occulta* ehk *occult quality*. Eesti keelde on seda seni tõlgitud muudes tekstides möödaminnes, mitte kunagi otseselt kesksete terminite seas. Pikantse kõlaga toortõlkena on kõneldud *okultsetest*

---

<sup>4</sup>Aeg-ajalt tekitab segadust asjaolu, et Berkeley avaldas mitu kirjatööd lehes nimega Guardian, mis siiski pole sama kui meieaegne samanimeline Briti ajaleht ega isegi mitte selle eelkäija.

*kvaliteetidest* (nt Jakapi 1999 vastandab need *aistilistele kvaliteetidele*), mis eestlasele seostub pea ainuüksi okultismiga (toortõlked nagu sademevee “okultne sadestumine” on harvad, veidrad ja segased (nt Kobras 2013: 10), ehkki inglise keeles on sõnal *occult* ka teisi tähendusi. Põhiline neist on *peidetus* või *varjatus*, okultismi-seos on hilisem (Merriam-Webster; Online Etymological Dictionary, **sub occult**).

Berkeley kasutab seda fraasi esmakordselt “De motu” 4. lõigus, kus vastanduvad tajutav ja mõjutatav *qualitas sensibilis* ning tajumatu ja mõjutatamatu, vahest isegi korralikult mõeldamatu *qualitas occulta*:

Quoniam vero causa descensus gravium caeca sit et incognita, gravitas ea acceptione proprie dici nequit qualitas sensibilis; est igitur qualitas occulta. Sed vix, et ne vix quidem, concipere licet quid sit qualitas occulta, aut qua ratione qualitas ulla agere aut operari quidquam possit.

Luce'i tõlkes (Berkeley 1965: 251–252):

But since the cause of the fall of heavy bodies is unseen and unknown, gravity in that usage cannot properly be styled a sensible quality. It is, therefore, an occult quality. But what an occult quality is, or how any quality can act or do anything, we can scarcely conceive — indeed we cannot conceive.

Niisiis on *occulta* selline kvaliteet või omadus, mis on meie eest peidus, ligipääsmatu ega abista meid mõistmispüüus milgi viisil — heideggerlikule *aletheia*'le mõnes mõttes risti vastupidine.

Kui otsida eesti vastet inglise keele kaudu, siis vana hea Silveti sõnaraamat pakub sõna *occult* vasteks *salajane*, *varjatud*, *peite-*, verbina *katma* ja *varjama*. 1986. aastal ilmunud “Ladina-eesti sõnaraamat” loetleb *occultus* vasteteks samuti *peidetud*, *varjatud*, *salajane*, *salalik*, *kinnine*. Kui tõlke eesmärk võiks olla terminite parem mõistmine (niivõrd, kui sõnade või mõistete mõistmine üldse võimalik saab olla), tasuks siisugustel, algsete tähendustega koormatud juhtudel proovida leida emakeelne vaste, mis annab edasi konkreetset kontekstis esmast tähendust ning hoiduda kergetest lahendustest võõrlaenude näol, mis kõlavad kehva emakeeleoskusega lugeja kõrvus täpsemalt, kuid ei edasta mõtet või vähemalt selle olulisi aspekte. Seepärast otsustasin loobuda *okultsetest kvaliteetidest* ja vahevormidest nagu *salakvaliteetidid* ning kasutada sisulist vastet *varjatud omadused*,

mida on varem pruukinud ka Kard ja Prüller (1981: 24) ja Ivar Piir (2013: 164).

“De motust” kirjutades on möödapääsmatu valik kahe eestikeelse termini, *loodusfilosoofia* ja *natuurfilosoofia* vahel. Eesti filosoofiakirjanduses on tarvitusel mõlemad, ehkki laiemas plaanis kipub nende tähendus kohati erinema. Võib öelda, et neid mõlemat on kasutatud nelja nähtuse kohta: 1) antiikaegne, peamiselt Sokratese-eelse Joonia (kuid mõnes vaates suisa Pliniuseni ulatuv) traditsioon, mille puhul “natuur-” tähistab eelkõige vastandumist ülejäänud antiikfilosoofias valdavale inimkesksusele; 2) moodsa teaduse algusaegade traditsiooni kohta, mis ladina keeles *philosophia naturalis*’e ja inglise keeles *natural philosophy* nime kannab ning mida võib — vastavalt eri autorite tõlgendustele — pidada kas üleminekuvormiks n-ö moodsa loodusteaduse eelse n-ö eelteadusfilosoofia, uusaegse loodusteaduse ning tänapäevases tähenduses teadusfilosoofia ja -metodoloogia vahel, või siis lihtsalt moodsa loodusteaduse algusaegade vanapäraseks nimetuseks; 3) saksa romantismiaegne *Naturphilosophie* traditsioon; 4) tänapäevane looduseteemaline filosoferimine, mis küll kaldub olema eesti keeles pigem *loodusfilosoofia*. Terminivalik viidatuist teise kohta sõltub sellest, millisele ülejäänuiist tahetakse loodusteaduslikku traditsiooni vastandada ja millise teadusfilosoofilise tõlgendusega end siduda. Nii näiteks on seda valikut käsitlenud Rein Vihalemm, kelle soovitus *loodusfilosoofia* kasuks viitab siiski väga spetsiifilisele kontekstile. (Vihalemm 1994: 14–15) *Natuurfilosoofia* seostub ka *natuurteoloogiaga*, mida vahel on eestipärastatud *loodus-* või *loomuteoloogiaks* ning kus võib selle vahetegemise vältimise *natuuriga* tõlkele kasuks väita — kuid see ei puuduta *natuurfilosoofiat*, mis käib tõesti ainult looduse kohta. Siinkohal relevantset uusaegset traditsiooni nimetab loodusfilosoofiaks nt Roomet Jakapi (1999), ebajärjekindel on oma suures füüsikaloos Ivar Piir (2013, vrd lk 147 ja 152). Sõlm väärrib pikemat harutamist, ent saagu ta siinkohal raiutud kaalutlusega, et tegu on eelkõige ajaloolise traditsiooniga ja sestap jäägu siinses töös kasutusse väheke vanapärasema kõlaga *natuurfilosoofia*. Põhjalikuma uurimise järel võib seda pruuki ju edaspidi muuta.

Väiksemat laadi tõkeline probleem kerkis esile seoses nende filosoofiateoste pealkirjade tõlkimisega, mis ise on eesti keelde tänini tõlkimata. Tõlgitud teoste puhul on üldjuhul mõistlik kasutada sama pealkirja kui on avaldatud eestikeelsel tõlkel, kuna see on lugejatele tuttav. Ka võib arvata, et teosega koos tõlgitud pealkiri on läbimõeldum, kuna pealkirjatõlkel on tugev seos teose põhisisuga; mõnes ülevaates

esineb imelikke või suisa sisuliselt väärade pealkirjatõlkeid, sest tõlkija ei ole teosega süvitsi tuttav.

Et seda laadi vigu vältida, uurisin eestikeelset nappi *Berkeleiana*'t ning mõningal määral ka kättesaadavaid üldallikaid. (Berkeley olulisematest teostest on tänini eesti keeles ära trükitud vaid üks: "Kolm dialoogi Hylase ja Philonouse vahel" ("Three Dialogues between Hylas and Philonous") Roomet Jakapi tõlkes (Berkeley 1997).) Kõrvutasin võimalikke tõlkeid ning püüdsin valida versioonid, mis ühest küljest tundusid suupärased ja asjakohased, teisest küljest oleks juba varem tarvitusel ning kolmandast küljest sobiksid ka omavahel. 17.–18. sajandi filosoofia kontekstis on rida teoseid ka sarnaste pealkirjadega, mille tõlgete vahel võiks ideaalis esineda samalaadne ühtlus ja vastandlikkus kui originaalkeeles. Kui hästi see õnnestus, on ilmselt vähemalt osaliselt maitseküsimus.

"De motut" mainivad ja selle pealkirja tõlgivad üksnes Jakapi (1999), kel tõlkevasteks on lühike "Liikumisest" — analoogselt viidatakse tekstis "Printsiipidele" ja "Kolmele dialoogile", ainus pikk tõlkenimi on "Nägemistooria kaitse ja seletus" ("The Theory of Vision Vindicated and Explained", 1733) — ja Blackburn (2002: 56), kes lisab ladina pealkirja sulgudesse. Loobusin enda tekstis siiski pealkirja läbivast tõlkimisest, kuna ladina fraasi on eesti keeles märksa mugavam käänata kui pidevat ümberütlemist nõudvat seestütlevas käändes pealkirja "Liikumisest". Ehkki "De motu" kirjutatakse enamikus väljaannetes läbiva algussuurtähega ("De Motu"), jäin lõpuks siiski ladina- ja eestipärase suurtähepruugi juurde.



## 2. Berkeley Newtoni-kriitika teaduslooline kontekst

Järgnevas avan Berkeley Newtoni-kriitika teadusloolist konteksti kolmeti: asetades Berkeley kritiseeritute kõrvale kaks probleemi, mida oma gravitatsioonikontseptsioonis tunnistas ka Newton ise; seostades Berkeley osutatud problemaatika nelja läbilõiketeemaga, mis näitavad ta asendit teadusajaloolistel jõujoontel; kõrvutades Berkeley kriitikat kolme njutoniaanidega konkureerinud natuurfilosoofilise koolkonna vaadetega gravitatsioonile.

Ülevaate eesmärk on asetada Berkeley kriitika ühtpidi ajaloolisse ajaloolisse ja teistpidi füüsikalisel konteksti ning näidata, et erinevalt populaarteaduses levinud kujutelmast, just nagu oleks njuutonlik füüsika astunud täies relvis esile Isaac Newtoni peast, oli selles algusest peale mitmeid probleemkohti, millest mõned lahendati ühel või teisel määral hilisemate njutoniaanide poolt, mõned aga kestsid kuni uute paradigmaatiliste muutusteni füüsikas 20. sajandi algul. Newtoni teooriad pälvisid nii õigustatud kui ka alusetuks osutunud kriitikat mitmelt poolt ning Berkeley kasutatud argumentidelegi leidub analooge veel mitmetel autoritel, Newtoni ja Berkeley kaasaegsetest tänapäeva füüsikuteni välja.

Huvitavat võrdlusmaterjali pakuvad ka ajaloolised alternatiivsed gravitatsiooniteooriad, mille käsitlemine ent ei mahu antud töö raamesse. Sellest vaatenurgast võiksid pakkuda huvi nt De Duillier-Le Sage'i varjestusteooria (Poincaré 1908/1913; Maxwell 1875a; Darwin 1905 ja 1916; Van Lunteren 2002), Hooke'i ja Challise laineteooria (Taylor 1876, Challis 1869, Maxwell 1875b), Kelvini, Bjerknesi jt pulsatsiooniteooria (Zenneck 1903) ning kindlasti viimase sajandi kirjanduses kahetsusväärset vähe põhjalikku käsitlemist leidnud Boškovići ühtne jõuteooria (Boscovich 1745; Rowlinson 2002). Igas neist konstrueeriti oma mudelid gravitatsiooninähtuste selgituseks, kuid peavooluteooriale eri suundadest esitatud kriitiliste argumentide võrdlev analüüs võiks tuua ilmsiks mitmeid haaravaid paralleele ja seoseid, sh Berkeley argumentatsiooniga. Loodetavasti leidub selleks kunagi koht ja aeg.

Peatüki lõpetab põgus vinjett: kõrvalepõige Tartu või õieti küll Pärnu ülikooli. Meie teadusloolist kirjandust läbib üksildaselt hõljuv leitmotiiv: Newtoni gravitatsiooniteooria varane (mõnegi entusiastilise pilgus Euroopa ja seega maailma

varaseim) tutvustus ülikoolikursuse raames just nimelt Eestis. Nii nagu Eesti teadusajaloos, ei seostu selle tavapärane esitus aga ka Euroopa ideeloos õieti millegagi ning mõnevõrra ootamatul kombel võimaldab nimetatud tööga kurioosumi staatusest välja tuua just vaimne seos Berkeley ja temaaegse laiema Newtoni-kriitikaga.

## **2.1. Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni probleeme tema enda hinnangul**

Järgnevas annan ülevaate Newtoni gravitatsiooniteooria kahest probleemist, mida Berkeley “De motu” raames ei käsitle, kuid mis on olulised ajaloolise kriitika võrdleva analüüsi seisukohalt ning puudutavad mõnevõrra Berkeley enda teisi teoseid.

Arvukate kriitikute ja disputantide kõrval ei olnud ka Newton ise enda uue gravitatsiooniteooria võimalike nõrkuste suhtes sugugi pime. Ehkki enamiku probleemidest suutis ta vähemasti enda jaoks enam-vähem rahuldaval viisil lahendada, kõrvaldas ta mõne neist ka teoretiseerimisest loobumise teel. Nende hulka kuulub küsimus gravitatsiooni põhjusest. Mõnest probleemsest punktist tegi ta juttu kirjades Richard Bentleyle.

### **2.1.1. Kaugmõju**

Üks Newtoni-kriitikas leitmotiivina korduv probleem oli kaugmõju küsimus. Kaugmõju suhtes oli ka Newton ise kriitiline ning tõepoolest, gravitatsiooni kandjate ja gravitatsiooni vastasmõju küsimus teiste fundamentaaljõududega on tänini lõplikult lahendamata.

Teistel juhtumitel seletas Newton mitmesuguste kehadele mõjuvate jõudude päritolu liikumisega, ent raskusjõu puhul ei suutnud ta seda loovat liikumist eksperimentaalselt välja selgitada. 1675. ja 1717. aastal pakkus ta siiski välja kaks mehhaanilist hüpoteesi, millest tuleb pikemalt juttu allpool, eetri küsimuse juures). Ta kurtis, et filosoofid on asjata otsinud loodusest raskusjõu allikat ning tal on “mitmeid põhjusi” uskumaks, et selle taga peituvad “seni teadmata põhjused”, mis on kõigi loodusnähtuste aluseks. (Westfall 1978: 72) Njutoniaanlikku kaugmõju on Berkovitz defineerinud kui “fenomeni, milles muutus ühe süsteemi sisemistes omadustes kutsub esile muutuse kauge süsteemi sisemistes omadustes, sõltumatult kõigi teiste

süsteemide mõjust kaugele süsteemile ning ilma protsessita, mis seda mõju ruumis ja ajas pidevalt kannaks”. (Berkovitz 2007)

Kaugmõju vastu on võtnud sõna nii Newton ise kui ka mitmed teised. “Et üks keha mõjutaks teist kaugelt läbi vaakumi ilma millegi muu vahenduseta, mille kaudu nende mõju ja jõud võiks ühelt teisele kanduda,” kirjutas Newton, “on minu jaoks nii suur absurdsus, et ma ei usu, et ükski filosoofiliselt asjus kompetentselt mõtlemisvõimeline mees eales selle lõksu langeks.” (Cohen 1978: 302–3) Varem väljendas sarnast mõtet Thomas Hobbes: “Kui keha liigutatakse, on selle põhjuseks ... mõni väline keha ja seepärast, kui selle ja tolle välise keha vahel pole muud kui tühi ruum, siis milline iganes oleks tolle välise keha või vastuvõtja seisund, kui see on praegu oletatavasti puhkeseisundis, võime mõelda, et see jääbki nii, kuni seda puudutab mõni muu keha.” (Hesse 1965: 113) Neile sekundeerib Newtoni jänger Samuel Clarke: “Et üks keha tõmbaks teist ligi ilma mingi vahenduseta, on tõesti ... vastuolu: sest see eeldab mõju milleltki, mida ei ole.” (Alexander 1956: 53) Tõsi, Marc Lange'i hinnangul ei ole kaugmõju võimatus sugugi ilmne, sest selleteemalised arutlused võtavad üldjuhul lähtepunktiks füüsikalise mõju lokaalsuse ehk ruumilise vahetuse, mis on sisuliselt tautoloogia. (Lange 2002: 94–95) Kuid Newton ise seda eeldust ei rünnanud — pealegi vastas tema teooria vaatlusandmetele tollase täpsusastme piires.

Bentleyle saadetud kirja põhjal on tehtud ka järeldusi, et Newton ise tõepoolest kaugmõju ei tunnistanudki (ehkki “Principia” mõne kirjakohta tundub see veendumus raskesti ühildatav). Nii nimetab Challis kaugmõju omaksvõttu hilisemas njutoniaanluses “teaduslikuks ketserluseks”. (Challis 1869: 683)

Vastuseis kaugmõjule oli üks faktoreist, mille tõttu Newtoni teooriate levik kontinendil oli märgatavalt aeglasem kui tänapäeval kujutleksime. Nii vaidlesid selle vastu näiteks Saksamaal Leibniz (kes nimetas kaugmõju “okultseks”) ja Euler ning Venemaal Bernoulli, kellega poleemitsemise nimel äge njutoniaan Jurin isegi Peterburi, Venemaa Teaduste Akadeemiale kirjutas läkitas, samuti kui Pärnus sündinud Richmann, kes eelistas Newtoni teooriale kartesiaanlikku eetrit. (Vt Saksa-Vene gravitatsioonipoleemikast pikemalt Boss 1972: 128–151 ja Breidert 1987.)

Üks suuri erinevusi Newtoni ja tänapäeva füüsika arusaamades kaugmõjust on, et Newtoni gravitatsiooniteooria eeldas kohest mõju. Ajalooliselt püüdis

esimesena Newtoni füüsikat gravitatsiooni lõpliku kiirusega ühildada alles Pierre-Simon Laplace 1805. aastal. Tema tõlgenduses sarnanes gravitatsiooniväli vedelikule, milles muudatused keha liikumises levivad lainetena. Laplace pidas gravitatsiooni vähemalt  $7 \times 10^6$  korda kiiremaks kui valgus. Seda hinnangut kasutati 19. sajandil sageli, et kritiseerida lõpliku liikumiskiirusega gravitatsiooniteooriaid. (Laplace 1805/1966) Sellega seondub ka Ernst Machi tõstatatud küsimus, kuidas “teavad” pöörlevad kehad, kui palju nad ekvaatoril paisuma peaksid. See paistab nõudvat eemal paiknevate kehade kaugmõju, mis edastaks pöörlevale kehale infot universumi seisundi kohta. Seda küsimust nimetas Einstein Machi printsiibiks. Just Machi printsiibi temaatikaga seoses avastas Berkeley enda jaoks ka Popper, kes postuleeris Berkeley Machi ja Einsteini eelkäijana. (Popper 1953, 1968)

Esimesed vaatlusandmed, mis hakkasid nõudma sellekohast teooriauuendust, esitas Urban Le Verrier 1859. aastal, enam kui sada aastat pärast Newtoni surma (Le Verrier 1859: 379–383). Tänapäeva füüsika vahenditega on gravitatsiooni kiiruse lõplikkus ka kinnitust leidnud, kuigi kiirus ise on veel mõnevõrra lahtine — valdavalt kaldutakse pidama seda võrdseks valguse kiirusega. (Carlip 2000, 2004; Fomalont & Kopeikin 2003; Kopeikin, Efroimsky, Kaplan 2011; Zhu 2011; Will 2001) Gravitatsiooni viivitusel on siiski teoorias kindel koht, sellega selgitatakse ka osa planeetide ja tähtede orbiitide ebastabiilsusest (mis meenutab Newtoni vajadust süsteemi korrigeerimise järele).

Mitmed kaugmõju vastased nagu Faraday, Maxwell ja Thomson omistasid Newtonile usu gravitatsiooni mittemateriaalsesse keskkonda, millest tulenes edasine lai problemaatika (Kuznetsov 1988: 83), ent “Principias” jätab Newton materiaalse/mittemateriaalse eetri küsimuse otsesõnu lahtiseks ning mujal on ta esitanud eetri teemal erinevaid selgitusi.

Mõistagi erineb konkreetsete mõistete sisu tänapäeva füüsikas oluliselt Newtoni-aegsest. Newtoni algses teoorias pälvis Berkeley ja teistegi omaaegsete oponentide kriitikat mõju kohesus, nüüdisteooriates aga on gravitatsiooni viivitus selle kirjelduse oluline osa. Nõnda võib nentida, et argumendid vahetu kaugmõju vastu on osutunud valiidsedeks, ehkki Newtoni füüsika praktilist väärtust need ei vähenda.

### 2.1.2. Eeter

Newtoni-eelsetes füüsikateooriates oli üldlevinud arusaam eestrist kui ühes või teises tähenduses “peenmateriaalsest” keskkonnast, mille kaudu füüsikalised jõud edasi kanduvad. Eetri olemasolu tulenes otseselt vaakumi küsimusest: nii aristotellased kui ka kartesiaanid olid veendunud, et tühjust looduses ei esine. Sellepärast vajasisid mõlemad süsteemid eetrit, mis täidaks tühimikud ning edastaks kehadevahelist mehhaanilist mõju. Kui Aristotelese teooriad 14.–15. sajandil kahtluse alla seati, muutus ka tühjuse olemasolu võimalikuks. Seda toetati vaakumit toetavate värskelt avastatud antiikallikatega nagu Lucretius ja Heron. Isegi kui need autorid ei veennud Aristotelese pooldajaid, ajendasid nad peripateetikute vastaseid. (Schmitt 1967: 365, Ljatker 1995: 107) Samuti pooldasid eetrit hutchinsoniaanid, kuna John Hutchinsoni maailmakirjelduses, millest allpool lähemalt juttu tuleb, edastas eetrivedelik mehhaaniliselt Jumala väge kehadele, mis ise liikumiseks vajalikku väge ei sisaldanud. (Russell 1991: 260)

Eetri kui mehhanitsistliku füüsika keskkonna küsimuses väljendas Newton elu jooksul üpris mitmekesiseid seisukohti. Tänapäeval meenutatakse eelkõige “Principia” 2. raamatut, milles selgub, et eetri takistus lõhuks gravitatsioonijõu pöördvõrdelisuse. Sestap jätab Newton gravitatsiooni toimemehhanismi lahtiseks ja ütleb, et ei püstita hüpoteesi. Samas pole see sugugi ainuke tekstikoht, milles Newton eetrit käsitles.

Tegelikult esitas Newton eri teostes mitu alternatiivset gravitatsiooniteooriat. 1675. aastal Henry Oldenburgile saadetud kirjas (ning hiljem ka Robert Boyle’ile kirjutades) kirjeldas ta vooteooriat, kus raskusjõu põhjuseks on eetri (“mitte eetri flegmaatilise põhiosa, vaid millegi selles väga hõredalt ja subtiilselt hajunu”) kondenseerumine, mis põhjustab eetrivoo ning vastavalt sellele eetri hõrenemise ja voolukiiruse suurenemise.” See eeterlik vaim (*ethereal spirit*) olevat eetriga samas suhtes kui tule ja vitaalse liikumisega seotud vitaalne või elustav õhuvaim (*vital aerial spirit*) õhuga, ning võivat “maa poorides” koaguleeruda omalaadi aktiivseks aineks (*active matter*), kuni sunnib endast läbistatud kehi langema vastavalt Newtoni järeldustele Kepleri seadustest. Kolm aastat hilisemas kirjas Boyle’ile pakkus ta välja juba uue seletuse, mis on küll vähem silmapaistvas stiilis, ent endiselt eetripõhine. (Burt 1925: 271–274) Newtoni ideed rõhulangusest tingitud vookiiruse kasvust

kirjeldas matemaatiliselt Daniel Bernoulli 1738. aastal raamatus “Hydrodynamica” ning tänapäeval teatakse seda Bernoulli printsiibi nime all. Analoogete lähtekohtadega eetrivoogude mudeleid on hiljem välja pakkunud näiteks Bernhard Riemann 1853. (Riemann 1876) ja Ivan Jarkovski 1888. aastal (Yarkovsky 1888).

Mõne Newtoni sõbra tunnistust mööda nagu Nicolas Fatio de Duillier ja David Gregory pidas Newton gravitatsiooni toimimise põhialuseks siiski otsest jumalikku mõju. (Van Lunteren 2002)

Isegi Boriss Kuznetsovi biograafilises ülevaates, mis ajaloolise konteksti tõttu pidi paratamatult olema mitte üksnes materialistlik, vaid ka veendunud enese progressiivsuses ning varasemate füüsikateooriate tagurlikkuses, on autoril tulnud vastumeelselt möönda Newtoni vaadete komplitseeritust. Nii kirjutabki nõukogude njutonoloog ilmses frustratsioonis: “Newton oli alati teatava “eeterlik-kartesiaanliku” kiusatuse ohver, mis ei jätnud teda kuni surmani.” Säherduses ärrituses tööga üle, et uusaegse teaduse rajajast geenius ei tõmmanud selget eraldusjoont enda progressiivse teooria ning eetri kui puhtregressiivse mõiste vahele, on suisa teatud annus poeetilisust. Kuznetsov vihjab järgnevas, justkui võinuks “kartesiaanlikel mudelitel, mis kummitasid Newtonit” olla sarnasusi hilisemas füüsikas kasutusele võetud jõuväljadega, andes sel viisil võimaluse mõista korüfee esmalt näivat tagurlikkust hoopis ettenägelikkusena: “Newton mõistis või õigemini tundis, et ilma substanttsita, mis edastab jõu, ei saa anda selle nähtuse füüsikalist pilti, mida hiljem nimetati “jõuväljaks”, ega ole võimalik tuletada jõudu seda määravatest tingimustest ja liikuda edasi puhtinduktiivsest gravitatsiooniteooriast.” Kirjeldus päädibki õnneliku lõpuga: “”Printsiipide” maailmasüsteemi laitmatu ühetähenduslikkuse hinnaks oli loobumine kineetilistest mudelitest, kartesiaanlikust vaimust, eetrist.” (Kuznetsov 1988: 43)

Newton ise siiski taolist tõlgendust ette ei näinud, nagu ka Kuznetsov teisi Newtoni teoseid refereerides peab tunnistama. Korduvalt käsitles Newton eetrit optikateoorias. 1672. aastal Hooke’ile vastates teatas ta, et eetri võnkumised on vajalikud optiliste nähtuste seletamiseks isegi valguskorpuskulite olemasolu korral. Murdvatel või peegeldavatel pindadel tekitavad valgusosakesed eetri võnkumise. Optiliste nähtuste seletamiseks kasutas Newton eetrilainete eri lainepikkusi. (Kuznetsov 1988: 42–43)

Keerukam oli eetri teema “Optika” eri väljaannetes. Kuznetsovi summeeringu

kohaselt ei puudutanud Newton eetrit "Optika" ingliskeelses esmatrükis 1704. aastal, kuid kritiseeris seda teravalt 1706. aasta ladina väljaandes ning möönis eetri võimalikkust teises inglise trükis 1717. aastal. (Kuznetsov 1988: 43) "Optika" teises trükis (1717) esitas Newton uue mehhaanilis-eeterliku gravitatsiooniteooria. Erinevalt 1675. aasta vooteooriast pakkus ta välja statsionaarse eetri, mis hõreneb taevakehade läheduses. Analoogselt ülestõukejõuga vedelikes tekib seetõttu jõud, mis surub kõiki kehasid keskse massi suunas. Et vastupanu oleks minimaalne, pidi gravitatsiooniline eeter olema eriliselt hõre. Nagu Newton, oletas ka Leonhard Euler 1760. aastal, et gravitatsiooniline eeter muutub hõredamaks vastavalt pöördvõrdelisele ruutsõltuvusele. Samuti eeldas Euler, et massi proportsionaalseks säilitamiseks peab materia koosnema põhiliselt tühjast ruumist. (Euler 1773: 173–176)

Eeter jäi füüsikas eri tõlgendustes kasutusele veel kauaks. Nii püstitas Mihhail Lomonossov 1748. aastal hüpoteesi, et eetri mõju on proportsionaalne materia koostiselementide kogupinnaga (sarnaselt Huygensi ja Fatio de Duillier' varasemate teooriatega). Samuti eeldas ta, et kehad on eetriosakestele suuresti läbitavad, nii nagu võib näha ka Newtoni teooriatest. Lomonossov ei andnud siiski selget kirjeldust, kuidas täpselt toimib eetri ja materia vastastikmõju, millest tulenevad gravitatsiooniseadused. (Lomonosow 1970)

1821. aastal proovis John Herapath rakendada gravitatsioonile mudelit, mida oli kasutanud gaaside kineetilises teoorias. Ta püstitas hüpoteesi, et kehad kuumutavad eetrit, mistõttu see hõreneb ning hõredama eetri keskkonda tõukuvad teised kehad. (Herapath 1821) 1869. aastal avaldatud teoses "Notes of the Principles of Pure and Applied Calculation" toetus James Challis gravitatsiooni laineteoreetiliselt seletades läbivalt eetrile, mille puhul ta postuleeris ka võimaluse, et esineb mitut eri järku eetrit, mis üksteisele vibratsiooni edastavad. Selles pidas ta end Newtoni otseseks järgijaks, panemata tolle eetriebalust millekski. (Challis 1869)

19. sajandi lõpul ja 20. sajandi alguses tekitas segadust ka termini "eeter" kasutamine uute teooriatega seotud tähendustes. Nii hoiatab Bonifatius Kedrov veel 1962. aastal eesti tõlkes ilmunud raamatus "Kuidas õppida V. I. Lenini teost "Materialism ja empiriokrititsism"":

"Eetri" mõiste asemele tuli füüsikas füüsikalise, eriti elektromagnetilise välja mõiste. Vastavalt sellele tuleb mitmetes kohtades V. I. Lenini raamatus, kus figureerib meie

päeviks iganenud “eetri” mõiste, eetri all mõista elektromagnetilist välja. ... Tänapäeva füüsikat ja selle terminoloogiat silmas pidades tuleks V. I. Lenini viidet “kaalutu eetri muutmiseks kaalutavaks aineks ja vastupidi” (vt lk 241) kui veel üht dialektilise materialismi *kinnitust* täpselt samuti sõnastada kui viidet sellele, et *valgus* ehk ilma paigalseisu massita elektromagnetiline väli, millel on ainult liikumise mass, muutub paigalseisu massi omavaks *aineks* ja vastupidi. (Kedrov 1962: 123)

Säherduses tekstis on raske kindlaks teha, kas tegu on anakronistliku terminikasutusega originaalis või retrograadse eksegeetilise kõrgpilootaaziga — ja antud kontekstis polegi see ehk tarvilik, kuna näide illustreerib nii või teisiti ilmekalt terminoloogilist segadikku, mis järgnes Newtoni omaaegsele sisulisele kõikumisele eetri küsimustes pikalt nagu gaasiline saba komeedile, mis läheneb Päikesele.

Berkeley Newtoni eetrit ei käsitlenud ja “De motus” eetrit isegi ei mainita. Miks? Esiteks polnud eetri esinemises füüsikamudeleis toona midagi imelikku või eripärast, kummaliseks hakati seda pidama sajand või isegi kaks hiljem — kurioosumiks taandus eeter alles pärast relatiivsusteooria ja kvantmehhaanikaga kaasnenud murrangut füüsikas. Newton jäi selle suhtes küll (avalikult) ebalevale seisukohale, mis näitab, et ta pidas selle puudumisest rääkimist aktsepteeritavaks, kuid nagu nägime, pakkusid tuntud füüsikud eetripõhiseid füüsikateooriaid välja veel 19. sajandi teisel poolelgi. Eetrit kasutas omaenda teooriates ka Berkeley, kirjutades sellest ehk kõige põhjalikumalt “Sirises”. Teiseks aga nähtub teooriate mitmekesisusestki, et kui eesti klassikut parafraseerida, siis natuurfilosoofid ja füüsikud “om egaüits esi omale eetri tennü ja arwustewä palehigin toda”. (Wilde 1913: 87–88). Seepärast oleks eri eetrite võrdlus ja ka Berkeley eetrikirjelduste põhjalikum analüüs kahtlemata huvitav, kuid vajaks eraldi käsitlust.

## 2.2. Berkeley “De motu” neljas lõikes läbi uusaja teadusloo

“De motu” ajaloolise konteksti avamisel pidasin oluliseks tuua koolkondliku ja probleemipõhise vaate kõrval esile ka mõned teadusajaloo jõujooned, mis Berkeley Newtoni-kriitikas lõikuvad. Neiks läbilõiketeemadeks valisin Newtoni seisukohtade arengu ja muutumise njutoniaanluses, natuurfilosoofia matematiseerimise teadusloolise kulgemise ja mõju, Newtoni asendi maagilise ja mehhaanilise traditsiooni vahel ning liikumise ülekandumise probleemi, mis oli Newtoni ja Berkeley ajastu natuurfilosoofias üks ohtralt diskuteeritud võtmeküsimusi.



### 2.2.1. Newton ja njutoniaanid: seisukohtade dünaamika ja dialektika

Michel Foucault' kirjutises "Mis on autor?" on pikem lõik, milles ta vastandab teadusharude rajamist diskursusepõhiste valdkondade kehtestamisele. Ühe näitena tõstab ta esile Newtoni kirjutiste suhte klassikalisse füüsikateooriasse: Freudi või Marxi tekstide põhjalikum uurimine võib Foucault' arvates muuta freudismi või marksismi ennast, Newtoni tekstide vaatlus mõjutab aga vaid teaduse ajalugu, mitte mehhaanikat: "Ei ole vähimatki võimalust, et Newtoni või Cantori mõne tundmatu teksti avastamine muudaks klassikalist kosmoloogiat või hulgateooriat sellistena, milleks nad arenenud on (parimal juhul võiks selline uus väljakaevamine muuta meie teadmisi nende kujunemise ajaloost)." Tõsi, Foucault ise möönab samuti, et see eristus pole ilmne, kindel ega ühene. (Foucault 2011: 87–93)

Kui vaadelda Newtoni teoste retseptsiooni ning tema püstitatud teooriate ja kontseptsioonide transformeerumist üle Euroopa levinud njutoniaanluseks, jäävad tõepoolest silma vastandlikud tendentsid. Ühelt poolt algas juba ta eluajal geeniusse kanoniseerimine teaduspühakuna, mis kaldus säilitama Newtoni avaliku kuvandi põhist *status quo*'d — nii toob Robert K. Merton Newtoni mõju hüdrodünaamikale näiteks sellest, kuidas geeniusse töö pärsib teaduse edasist arengut, kuna Newtoni järel (ehkki Lagrange pidas ta tööd selles valdkonnas mitte eriti rahuldavaks) ei toimunud Inglismaal ses vallas mingit silmapaistvat arengut kuni Thomas Youngi tegevuseni 19. sajandi alguses. (Merton 1973: 199–200) Selline lähenemine paistab pigem sobivat Foucault' mõistes diskursiivsele kui teaduslikule distsipliinile.

Teisalt teisesid Newtoni seisukohad tihti olulisel määral, mõistagi mitmesugustel põhjustel. Elus inimese vaated muutuvad; nii esitas Newton oma käsikirjades ja avalikes kirjatöodes mitu gravitatsioonikontseptsiooni, mis omavahel märkimisväärselt lahknevad. Niihästi teaduslikel kui ka teadusvälistel põhjustel, millele on eespool osutatud, väljendus ta mõnes küsimuses ka märksa leebemalt — vähemalt oma trükimusta näinud teostes — kui hilisemad njutoniaanid. See puudutab nt tema eetrikäsitlust, mis Newtoni elu jooksul korduvalt muutus ja "Principias" otsesõnu lahtiseks jäeti. Seepärast tuleb arvestada, et ka Newtoni teooriate vastu esitatud kriitika, nagu Berkeleyyl, puudutas mõnikord pigem Newtoni populaarseid tõlgendusi kui tema enda algupäraseid vaateid.

Näiteks njutoniaanide kohati Newtonist endast vähemalt retooriliselt küllaltki kaugele ulatuvatest autoriteeditõlgendustest võib tuua mitmeti põnevalt ideerohke, ent teoloogiliselt talle mõneti üsna lähedase William Whistoni, Newtoni mantlipärija ning -kaotaja Oxfordis, kes 1717. aastal kirjeldas Jumala “üleüldist, mittemehhaanilist [*immechanical*] ja vahetut väge, mida me kutsume raskusväeks [*Power of Gravity*]” ning tema “üksikuid mittemehhaanilisi vägesid nagu murdumine, külgetõmme ja eemaletõuge”, millela “kogu see kaunis süsteem tükkiideks variseks ja lahustuks aatomeiks”. Teatud metafüüsiline alustoon kõlab siin ju üllatavalt njuutonlikult, kuid säherdune kõnepruuk avalikkuses märksa vähem. (Whiston 1717: 111f, *cit. via* Jakapi 2005: 10)

James Challis meenutas 1869. aastal, kuidas Newton kirjutas Bentleyle kehade vahetu kaugmõju ning gravitatsiooni kui kehade inherentse omaduse absurdusest:

Ja ometi heideti peatselt pärast Newtoni aega tema vaatekoht kõrvale, lubades varjatud omadusi, ning jõudu hakati pidama mateerias inherentseks. See **teaduslik ketserlus**, nagu seda nimetada võiks, tulenes nähtavasti arusaamatusest **seaduse** ja **põhjuslikkuse** eristamise asjus. Hiljem suurendas segadust Hume oma dogmaga, mille järgi ei taju me oma kogemuses põhjuslikkust vaid üksnes sündmuste järgnevust vastavalt muutumatule seadusele.

Challis ise pidas end Newtoni vaadete legitiimseks järgijaks ja edendajaks, kuna ta eristas seaduse järeldamist katsetest ja vaatlustest ning seaduse kirjeldamist põhjuslikkusteooria abil, mille aluseks on isiklikud tajud ja kogemused. "Natuurfilosoofia on olemuselt teadmine seadustest; see on täiuslik vaid juhul, kui see hõlmab seaduste põhjuslikke aluseid [*causative reasons*]." (Challis 1869: 683–684) Niisiis toimus lahknemine koolkonna ja selle rajaja vahel ka epistemoloogilisel pinnal, mitte üksnes konkreetsete probleemide lahendusmeetodite arengu kaudu.

### 2.2.2. Natuurfilosoofia matematiseerimise kulg ja mõju

Uusaegse loodusteaduse üks silmatorkavaid põhijooni on selle kvantifitseeritus: matemaatika pideval edasiarendusel põhinevate kvantitatiivsete meetodite läbiv kasutus. Matematiseerimises toimus murrang just Newtoni ajastul. Teatud mõttes

võib väita, et varasem loodusteadus oli tõepoolest natuurfilosoofia — isegi kui arutelusse kaasati mõtteliste kõrval ka reaalseid eksperimente, keskendus teooria siiski nähtuste kvalitatiivsele küljele.

Fookuse siirdumine kvantitatiivsele rehkendamisele võimaldas aga teatud fenomenalismi, mis on jäänud uusaegse teaduse oluliseks osaks: natuurfilosoofia transformeerumisega loodusteaduseks lahutati senine teaduslik komponent filosoofilisest, jättes mõõdetavate nähtuste süvapõhjuste üle arutlemise pigem filosoofia hooleks ning pidades seda teaduse seisukohalt kõrvaliseks, kui isegi mitte soovitavaks. Seegi suhtumine poleks saanud juurduda ilma matematiseerumiseta. Tänapäeval on matemaatikast kujunenud teadusideoloogias üks teaduslikkuse tunnuseid, mille puudumisest on saanud etteheide mittematemaatilistele distsipliinidele — sh filosoofiale —, mis omakorda on püüdnud end halvustamise eest kaitsta, rakendades või vähemalt imiteerides suurema või vähema eduga matemaatilist rangust.

Millal algas matemaatika tung loodusteadusse, hindavad eri autorid üpris erinevalt. Mõne hinnangul sündis matematiseerimise teoreetiline alus ilma praktikata juba Francis Baconil (Subbotin 1980: 35–36), mõne arvates oli Bacon aga “radikaalne empirist, kelle meelest polnud matemaatikast teaduses mingit kasu” (Merton 1973: 235). Ka Galilei puhul, kes küll rõhutas vajadust katsetulemuste matemaatiliseks töödeldavuseks ning nimetas looduse raamatut kirjutatuks matemaatika keeles (Piir 2013:1015), tuleb nentida, et kuigi ta kasutas matemaatikat eksperimentaalfüüsika kirjeldustes innovatiivselt, ei olnud see iseenesest innovatiivne matemaatika, mis sai loodusteadustele iseloomulikuks alles Newtoni ajastul. Kearney sõnul alustas matematiseerimisega juba Descartes, kuigi teised autorid on väitnud, et Descartes oma mudeleid siiski sedavõrd matemaatikaga ei sidunud kui Newton. (Kearney 1971) Ideoloogiliselt toetas matemaatika levikut Petrus Ramus, kelle järgijad hariduses keskendusid küll eelkõige praktilisele matemaatikale, mitte selle teoreetilisele edasiarendamisele. (Friedenthal 2016: 106) Kindlalt tõi matemaatilised kirjeldused füüsikasse igatahes Wallis (Merton 1973: 198–199), kelle kogutud teoste ilmumine 1690. aastail tähistas üht Briti matemaatika tippaegadest. Ehkki Newton oli kasutanud diferentsiaalarvutuse printsiipe oma “Principias” juba 1687, ilmus selle inglise notatsioon alles Wallise “Algebras” 1693.

“Newton lisas idee looduse kirjeldamisest *matemaatilistes* terminites —

päiskivi teadusliku teadmise võlvis, mille vundamendi ladus Aristoteles,” kirjeldab matematismi tähtsust John L. Casti.

Rohkem kui tema tähelepanuväärsed katsetulemused optikas, mehhaanikas ja keemias, on Newtoni “Principiasse” kätketud põhiliseks pärandiks idee sellest, mida me tänapäeval nimetame *matemaatiliseks mudeliks*. Newton näitas mitte üksnes, kuidas “kodeerida” Baconi ja Galilei vaatluste maailma matemaatilisse vormi, vaid leiutas ka meetodi, millega võib matemaatilise masinavärgi abil valmistada teoreeme, mida saab “dekodeerida” uuteks väideteks Looduse kohta.” (Casti 1992: 21)

Niisamuti peab Newtoni biograaf Boriss Kuznetsov tema gravitatsiooniteooria suurimaks erinevuseks varasematest just matematiseeritust: Newton “mõistis mitterangete, kvalitatiivsete mudelite ebapiisavust”, mis on “fundamentaalne erinevus teadusliku mõtlemise loogikas ja stiilis”. Kuznetsov nimetab seda suisa “erinevuseks geenius ja talendi vahel”, kuna “geenius ei anna mitte üksnes uue vastuse püstitatud küsimusele, vaid ka muudab küsimuseasetust ennast, tema loogilist struktuuri”. (Kuznetsov 1988: 40)

Mõned hinnangud matematismi valdavaks muutumisele on veelgi konservatiivsemad. Thomas Nicklesi sõnul nõustub suurem osa ajaloolastest, et tänapäevane matemaatiline füüsika kujunes Prantsusmaal välja alles pärast 19. sajandi algust ning Suurbritannias ja Saksamaal veelgi hiljem. (Nickles 2012: 118)

Matemaatilise loodusteaduse kultuurilisest tähtsusest kirjutab isegi Steven Weinberg, kes muidu rõhutab füüsika ja kultuuri (sh filosoofia) vahelist lõhet ning vastastikuse mõju ülehinnatust: “Minu silmis pole füüsikauuringute tulemustel (erinevalt nt psühholoogiast) — kahe suure erandiga — kultuuris, poliitikas ega filosoofias mingeid legitiimseid järeldusi. ... Teine, tähtsam erand minu väitest on tohutu kultuuriline mõju, mis oli Newtoni töödese tagasiulatuval avastusel, et loodust valitsevad rangelt ebaisikulised matemaatilised seadused.” (Weinberg 2003a: 146)

Matematiseerimisega kaasnesid loomulikult ka vaidlused loodusteadusliku matemaatika arendamise viiside, fundamentaalsete aluste ning teaduspoliitiliselt üha olulisemaks muutuva saavutuste prioriteedi üle. Tuntuim neist on Leibnizi ja Newtoni dispuut, mida ma siin pikemalt käsitlema ei hakka, vaid piirdun osutusega kirjandusele: parimate kättesaadavate allikate seas on näiteks Bardi “Calculus Wars”

(2006) ja Alexanderi väljaanne "The Leibniz-Clarke correspondence" (1956).

Üldisele võidukäigule vaatamata kutsus loodusteaduse matematiseerumine esile ka skeptilisi vastureaktsioone. Nii on Goethe kirjutanud:

Me peame mõistma ja tunnustama, mis matemaatika on, miskaudu see võib märkimisväärselt teenida loodusteaduslikke uuringuid ja, teisest küljest, kuhu ta ei kuulu ning mäherdusse haletsusväärsesse eksitusse on langenud nii teadus kui ka kunst matemaatika taastärkamisest saati selle väärtarvituse tõttu. Oleks suur töö pagendada matemaatilised filosoofilised teooriad neist füüsika valdadest, kus nad nägemist mitte ei soodusta, vaid pelgalt takistavad, ning kus matemaatiline käsitus on leidnud sedavõrd väärat rakendust teadushariduse hiljutise ühekülgse arengu tõttu. (Goethe 1998: 121)

Ehk pole liialt julge oletus, et sellest tiraadist kumab läbi ka Goethe ja Newtoni optikavaadete lahknevus.

Newtonist alguse saanud matematismi on rünnatud päris ootamatuteltki positsioonidelt. Loren R. Graham tsiteerib oma toredas sotsiaalpoliitilises analüüsis Boris Hesseni ühtlasi klassikalise ja kurioosse Newtoni-käsitluse (Hessen 1933) teemal Arnost Kolmanit, kes 1931. aastal kritiseeris matematiseerimise varjus hiilivat idealismi ajastutruus stalinistlikus vaimus:

"Mateeria kaob, vaid võrrandid jäävad" — see moodsa füüsika akadeemilise papluse leninlik kirjeldus annab võtme mõistmaks kahjurite kalduvust iga teaduse matematiseerimiseks. Kahjurid ei tihka ütelda otse, et nad tahavad kapitalismi tagasi tuua, nad peavad peitma end mugava maski taha. Ja pole läbitungimatumat maski, mille taha varjuda, kui matemaatilise abstraktsiooni eesriie.

Kolmani sõnul oli "kõige kahjulikum ja ohtlikum asi tühi, alasti teoretiseerimine", mille näiteks ta tõi abstraktse relatiivsusteooria. (Graham 1985: 714) Ühiskondliku ideoloogilise konteksti muutudes sai kõikehõlmava rehkendamise toel teadusse toodud fenomenalismist, mis eraldas uusaegse teaduse selle teoloogilistest lähtekohtadest. ühel hetkel pahe, mis vulgaarmarksistide meelest peitis sedasama "reaktsioonilist idealismi", mille vastureaktsioonina teadus üldse ideoloogiliselt sekulariseerus, andes võimaluse positivistliku ja marksistliku teadusfilosoofia tekkeks. Teadusfilosoofia ajalugu on täis imetabaseid paradokse.

### 2.2.3. Newton maagilise ja mehhaanilise traditsiooni vahel

Newtonist alkeemiateemalistest teostest vaikiti pikalt, ehkki nende olemasolu oli teadusloolise vaatevälja perifeerias ähmase virvendusena teada. Vaim vabanes keldrist alles siis, kui Newtoni käsikirjad ostis John Maynard Keynes, kes esitles teaduskorüfeed kui keskaegse alkeemia järgijat, mitte üht 18. sajandi mehhaanikuist. (Keynes 1951: 189–90, 313–314) 1970. aastatest, mil ilmusid Dobbsi ja Westfalli esimesed uurimused sel teemal, ongi Newtonit tihti kirjeldatud kui üht viimastest maagilise traditsiooni esindajatest. Väide on mõnevõrra ennatlik, kuna selles suhtes võib leida paralleele ka Newtoni nooremate kaasaegsetega, sh isegi piiskop Berkeleyga. Newtoni käsikirjad nagu “*Questiones quædam Philosophiæ*”, kus arutletakse eetri ja vaimude teemadel, ei ole maailmatajult sugugi väga kaugel Berkeley “*Sirisest*”, mis käsitleb ka olemise suures ahelas inimarude ja Jumala vahele jäävaid vaime. (Berkeley 1744)

Alkeemilise traditsiooni mõju Newtoni natuurfilosoofilistele teooriatele on siiski vaieldamatu. Nii Dobbs kui ka Westfall on pidanud just alkeemiat pinnaseks, millest võrsusid Newtoni arusaamad külgetõmbejõust ja mateeria aktiivsetest printsiipidest. (Westfall 1983, 2010; Dobbs 1975)

Viimastel aastakümnetel on ilmunud mitu mahukat käsitlust Newtoni ambivalentsest rollist maagilis-alkeemilise traditsiooni ja mehhaanilis-ratsionaalse loodusteaduse vahel. Nendest võib esile tõsta nt Betty Jo Teeter Dobbsi teosed “*The Foundations of Newton's Alchemy*” (1975) ja “*The Janus Faces of Genius: The role of alchemy in Newton's thought*” (1991), Michael White'i biograafia “*Isaac Newton: The Last Sorcerer*” (White 1993) ning I. S. Dmitrijevi “*Неизвестный Ньютон: силуэт на фоне эпохи*” (1999). Leidub ka spetsiifilisemaid tõlgendusi nagu Alain Baueri “*Isaac Newton's Freemasonry: The Alchemy of Science and Mysticism*”, mis keskendub Newtoni vabamüürlike seoste konstrueerimisele (Bauer 2007) — harrastus, millest on kujunenud kultuurilooliselt pidev traditsioon, kuid mis kriitilisemate teadusloolaste silmis püsib siiski tänini kaunikesti ebakindlal pinnal. Siinkohal tuleb küll nentida taas olulist erinevust Newtoni ja njutoniaanide vahel, kuna Newtoni järgijate tihedad sidemed vabamüürlusega 18. sajandil on küllaltki hästi dokumenteeritud (vt nt Jacob, Stewart 2004: 22–24)

Traditsiooniliselt on Newtonit kujutatud siiski puhtratsionaalse tegelaskujuna,

kelle eluloos on maagilised ja isegi teoloogilised teemad vähetähtsad, põhitegevusega vastuolus või suisa traagilise alatooniga. Sellise retseptsiooni taga on mõistetavad teaduspoliitilised ja ideoloogilised põhjused. Hugh Kearney analüüsi kohaselt kujunes Newtoni ühekülgne kujutamine välja mehhanitsistide ja teiste natuurfilosoofiliste koolkondade vahelises propagandasõjas, milles eri traditsioonid ideoloogiliselt vastandusid. Newtoni rõhutatult ratsionaalne kujutus kanoniseerus tänu mehhanitsistide võidule, mida Kearney põhjendab ajalooliselt kaheti. Esiteks oli toonane teadusajakirjandus põhiliselt mehhanitsistide käes: Inglismaal valitsesid peamist teadusväljaannet "Philosophical Transactions" ja seda kirjastavat Kuninglikku Seltsi njutoniaanid, Prantsuse "Journal des savans" is võtsid sõna sellised Newtoni pooldajad nagu Émilie du Châtelet ning Saksa "Acta Eruditorum" oli küll Leibnizi leeri relv dispuudis Newtoniga, ent selleski arendati mehhanitsistlikku lähenemist edasi. Teiseks põhjuseks oli poliitika: aristotellased olid algselt tugevamatel positsioonidel Habsburgide dünastia riikides Saksa-Roomas ja Hispaanias, mis 17. sajandi sõdades kannatasid ning kus teadus seetõttu nii jõudsalt ei arenenud. (Siinkohal võiks muidugi küsida, kas Briti kodusõjad mingit mõju ei avaldanudki. Ent seda laadi küsimused jäävad väljapoole käesoleva töö sisulisi raame, nii nagu ka koolkondade teaduskommunikatiivsete praktikate võrdlev analüüs.) (Kearney 1971)

Vastus küsimusele, kas Newton oli mehhanitsist, sõltub kahtlemata sellestki, kuidas me mehhanitsismi määratleme. Tõepoolest, eri autorid tõlgendavad seda mõistet üsna erinevalt (vt nt Parigi 2010b, Airaksinen 2010 jt). Samas eeldaks niisugune analüüs vähemalt samas mahus tööd, mistõttu piirdume siinkohal nendinguga, et hilisemate järgijate minevikku projitseeritud kujutelmadele vaatamata ei ole Newtoni positsioon mehhanitsismi ja maagilise traditsiooni vahel ühene ning sellega tuleb arvestada. Tänapäevase lugeja jaoks ehk veidi üllatavalt oli Berkeley selles suhtes Newtonist vähem ambivalentne ning ehkki "Sirist" tuuakse vahel natuurfilosoofilise hämaruse näiteks, ei ole Berkeley huvidest alkeemia või esoteerika vastu märke märgatud.

#### 2.2.4. Liikumise ülekandumise küsimus: ajaloolis-filosoofiline taust ja relevantsus

Mehhanistliku filosoofia üks raskemaid küsimusi oli, kuidas saab liikumine üldse ühelt kehalt teisele üle kanduda. Ehkki skepsist selle kausalistlike kirjelduste suhtes seostatakse tavaliselt eelkõige Hume'iga, ilmnemiseid probleeme märksa varem. 1655. aastal tõlgendas Cambridge'i platonistide keskne kuju Henry More Descartes'i üsna vitalistlikult: "Kuid kuna liikumine ei kandu ühest kehast teise, on ilmne, et üks neist äratav teise unest ning sellisel viisil äratatud kehad teisaldavad end ühest paigast teise omaenese jõul; seda kehade omadust pean ma mõneti sarnaseks eluga." (Henry 1986: 336) Newtoni aktiivsete printsiipide taga ongi sageli nähtud Cambridge'i platonistide või alkeemia mõju. (*ibid.*: 1986: 337)

Mil määral Newtoni postuleeritud gravitatsioon tähendas mateeria iseeneslikku liikumist, on mõnevõrra vaieldav ja erineb teoseti. Mateeria aktiivsuse kujunemine Newtonil ja selle tagajärgede aktsepteerimine oli pikaajaline ja keerukas protsess, mida on lähemalt lahanud näiteks Henry (2011). Newtoni antud jõududepõhisele liikumiskirjeldusele vaatamata jäi liikumise edasikandumine endiselt probleemseks, muuhulgas ka selle tõttu, et mateeria aktiivsuse lubatavuse küsimus oli mitte üksnes filosoofiline, vaid ka teoloogiline.

Filosoofilise ja teoloogilise relevantsuse kõrval olid mehhaanikaprobleemid, inerts ja liikumise edasikandumine pörkel äärmiselt tähtsad ka puhtpraktilisest vaatekohast, kuna 17. sajandi sõdade käigus arenes tormiliselt ballistika. Mehhanitsistide töödel oli selle jaoks praktiline väärtus hoolimata sellest, et valdav osa natuurfilosoofilisi teoseid uute teooriate sõjanduslikke rakendusi otsesõnu ei käsitletud. Tehniliste teemade olulisust mõisteti ning Londoni Kuninglik Selts tegeles 17. sajandil ka otseselt selliste küsimustega nagu tulirelvade tagasilööki, katsed püssirohuga ning relvatoru pikkuse mõju kuuli lennukaugusele (Merton 1973: 199–208). Kahtlemata ei olnud sotsiaalmajanduslikud faktorid siinkohal ainsad ega natuurfilosoofide silmis sageli isegi esmased (erinevalt Boris Hesseni kuulsast ja mõjukast kirjeldusest, vt Hessen 1933), kuid institutsionaalsel tasandil oli praktilistel, sealhulgas riikliku tähtsusega ja seeläbi teaduse riiklikku rahastust mõjutavatel ülesannetel kindlasti silmapaistev roll.

Ilmselgelt oli liikumise edasikandumise küsimus endiselt piisavalt tähtis ja



samas problemaatiline ka Prantsuse Akadeemia jaoks, kuna vastasel juhul ei oleks nad selleteemalist esseekonkurssi välja kuulutanud. Ilma konkursita aga, nagu juba öeldud, ei oleks meil ka Berkeley "De Motu", mille keskne teema ongi liikumise edasikandumine ja mille ajendiks sai njutoniaanlik selgitus sellele, mis Berkeley hinnangul ei olnud piisav ega adekvaatne, kuna "kõik kehadele omistatavad jõud on matemaatilised hüpoteesid", kuid "matemaatilistel entiteetidel ei ole asjade loomuses püsivat olemust ja nad sõltuvad määratleja arusaamadest" (DM 67).

### **2.3. Njutoniaanlusele vastandunud koolkondade seisukohad gravitatsiooni küsimuses**

Järgnevas alajaotuses tutvustan Newtoni ja Berkeley ajastu peamiste njutoniaanlusele vastandunud natuurfilosoofiliste koolkondade seisukohti meie põhiteema suhtes: aristotellikku, kartesiaanlikku ja hutchinsoniaanlikku gravitatsioonitõlgendust.

Otsesõnu on Newton tõstnud oma vastaste seas esile peripateetikud ja kartesiaanid. "Principia" 2. trükis 1712. aastal ilmunud "4. hüpotees" ("Iga keha saab muuta igaks teist laadi kehaks ning see võib omandada järjest kõik vahepealsed kvaliteetide määrad.") on tekitanud Newtoni-uurijate seas mõningast hämmeldust, kuna ta ise seda väidet kindlasti ei uskunud (Univ. Lib. Cambridge, ms. add. 3965:2667, *cit. via* Hanson 1970: 32). Lause ilmus trükis küll kommentaarideta, kuid I. B. Cohen on leidnud teose käsikirjast selgituse: "See on peripateetikute ja kartesiaanide hüpotees ja on suunatud üksnes nende eelarvamuste vastu." (Hanson 1970: 32)

Njutoniaanide olukord oli algselt raskem ka sellevõrra, et Newtoni teooria astus areenile olukorras, kus Descartes'i teooria ei olnud veel kaugeltki kõikjal võitnud. Kartesiaanid pidasid ennast ise alles "uueks ja progressiivseks" leeriks, mis võitles vanameelsete aristotellaste vastu. Sellises olukorras oli raske tulla aktiivset tegevust täis lahinguväljale veel uuema ja progressiivsema teooriaga, et mõlemad vaenupooled ajaloo prügikasti pühkida. Ei saa küll öelda, justkui oleks aristotellased ja kartesiaanid (ning mõned dispuudi vähemad osapooled) otseselt Newtoni pooldajate vastu ühinenud, kuid kerge ei olnud selline olukord mitte.

Seda võib näha ka tõigast, et ehkki (nagu meil tänapäeval rõhutada armastatakse, nt Piir 2013: 166) Tartu Ülikool oli esimene Rootsi riigis ja ilmselt ka

üks esimesi Euroopas, kus Newtoni teooriaid tutvustati, läks elu pärast tõenäoliselt ainsa njutoniaanist õppejõu Sven Dimbergi lahkumist tavapärasesse rööbastesse ning toona Pärnus asunud Academia Gustavo-Carolinas kaitsti aristotellikest positsioonidest lähtuvaid väitekirju rõõmsalt edasi (nagu meil tänapäeval rõhutada ei armastata). Mõningal määral oli ülikoolis levinud ka kartesiaanlus. (Kard, Prüller 1981; Lumiste, Piirimäe 1981; Eelsalu, Tering 1982; Kard, Prüller 1982; Lumiste 1982)

Newtoni teoste retseptsiooni kontekstis Suurbritannias on oluline ka anglikaani kõrgkirikuga teoloogiliselt seotud hutchinsoniaanlus, mis Mandri-Euroopa kontekstis küll erilist mõju ei avaldanud. Sellest põgusalt kõige lõpus. Lähema käsitleseta jäävad muud lokaalse mõjuga kookonnad nagu Rootsi hariduspoliitika tõttu Eestis muust Euroopas kauem valitsenud ramism, mis Petrus Ramuse õpetuse kohaselt metafüüsikat taunides vastustas aristotellust, propageeris matemaatikat ning seeläbi kobestas tahtmatult pinnast ka njutoniaanluse tarbeks. (Friedenthal 2016)

### 2.3.1. Aristotellus

Ehkki vahel kiputakse populaarallikates kõnelema Newtonile ja Descartes'ile eelnenud aristotellikust natuurfilosoofia paradigmat kui skolastikutest saati Euroopa mõtteloos valitsenud tervikust, tasub aristotellusele kujunenud vastureaktsiooni hinnates arvestada, et tegelikult oli pilt märksa keerukam. Tõsi, kõrgkeskaegsete ülikoolide, eriti Pariisi ülikooli mõjul oli Aristotelesest lähtuv natuurfilosoofia mõnd aega äärmiselt mõjukas, kuid toonasele menule järgnes mõõn, millest aristotellus taastus alles 15. sajandil. Seega polnud tegu mitte sajanditepikkuse valitsusajaga, vaid pigem samasuguse koolkondliku domineerimisega nagu hiljem kartesiaanluse ja njutoniaanluse puhul.

Aristotelese süsteemis pidi igal liikumisel olema põhjus. Iga keha liikus oma koostiselementide loomupärase asupaiga suunas: maaelemendist koosnevad rasked kehad allapoole, maailma keskpunkti suunas, tuleelementi sisaldavad kerged kehad aga ülespoole, Kuu sfääri sisepinna suunas. Nii liikusid rasked kehad allapoole mitte neile mõjuva Maa raskusjõu, vaid omaenda sisemise raskuse tõttu. Taevakehadele,

mis jäid meie maisest sfäärist kaugele ning erinesid siinsetest kehadest ka koostiselt, peeti loomumaseimaks ringliikumist. (Jessephi 1992: 5–8)

Newtoni ajaks olid aristotelliku süsteemi kaitsjad ja edasiarendajad tõsisest raskustest. Taevakehade liikumist, mida ei suudetud matemaatilise kirjeldusega kooskõlla viia, kuna need ei ilmutanud ringikujulises liikumises piisavat hoolikust, püüti seletada juba Apolloniose ja Ptolemaiose esitatud epitsükli teooria kaudu, mis lisas üldisele ringliikumisele väiksemad ringliikumised kujuteldava keskpunkti ümber, mis ise liikus suuremat ringi mööda. Vaatlusandmete täpsustudes tuli aga lisada teooriasse üha uusi epitsükleid, muutes selle üha komplitseeritumaks ja tuues Ockhami habemenõela tera konstruktsiooni kaelale üha lähemale. (Swerdlow 1972; Westfall 1978: 6–7)

Samas tasub meele pidada, et toonases perspektiivis ei paistnud see tehniline probleem maise gravitatsiooniga kuidagi seostuvat, kuna maistel ja taevastel liikumistel olid erinevad põhjused. Selleks, et taevased probleemid maistega seostuks, pidanuks tunnistama, et mõlemas sfääris kehtivad samad seadused. Selleni jõuti aga alles kartesiaanlikus teoorias.

Nagu viitab Merton (1973: 240), oli algul kartesiaanluse ja hiljem njutoniaanluse edus Britannias kohati märgus ka n-ö puritaanlusfaktor. Puritaanide seas oli tavapärane rünnata peripateetilist filosoofiat, imetledes samas “mehhaanilisi teadmisi”. Aristotellust seostati tihedalt katoliiklusega, seevastu empirismi ja ratsionaalsust ülistati.

Jessephi (1992: 9) hinnangul ei olnud Berkeley nähtavasti aristotellike ja skolastiliste liikumisteooriatega lähemalt tuttav ning ehkki ta “De motu” 40. lõigus nende suunas kriitilisust ilmutab, ei käsitle ta lähemalt ei loomuliku koha teooriat ega Jean Buridani pakutud *impetus*’t. Samamoodi oli njutoniaanide poleemika põhiteravik suunatud uuemate teooriate, mitte aristotelluse vastu, ehkki sellegi esindajatega tuli Newtoni pooldajail veel aeg-ajalt kokku puutuda.

### 2.3.2. Kartesiaanlus

Kuna Newtoni teooriate võidukäik algas kõigepealt Britannias ning mandril levis njutoniaanlus järk-järgult, Voltaire’i-suguste eestkõnelejate ja tõlkijate pikaajalise töö tulemusel, saades mõnes valdkonnas ja riigis valitsevaks alles 18. sajandi lõpul,

kujunesid njutoniaanluse põhivastasteks ja peamisteks teaduspoliitilisteks konkurentideks mitte aristotellased, vaid kartesiaanid. (Newtoni retseptsioonist mandril vt Guerlac 1981.)

Nii nagu njutoniaanlus, arenes ka kartesiaanlik mehhaanika välja alles aastakümnete vältel. Ehkki René Descartes postuleeris juba 1644. aastal, et tühja ruumi ei eksisteeri ning seega peab kogu ruumi täitma tihedam või hõredam aine (nagu ütleb Piir (2013: 115), oli ruum “alati täidetud mingi fluidumiga”), jõudis kartesiaanlik keeriste teooria oma enam-vähem lõpliku, üksikasjalikult välja töötatud kujuni alles Christiaan Huygensi töödes 1670.–80. aastatel.

Kartesiaanliku mehhaanika kohaselt selgitasid taevakehade kinemaatikat makroskoopiliste kehade vastasmõju edasikandvas eetris tekkivad keerised. Eetri keeriseliste voogude tagajärgedeks peeti ka efekte, mida Newton selgitas kehade vahel vahetult, üle distantse toimiva külgetõmbejõuga. Kuna nii aristotellus kui ka kartesiaanlus eeldasid, et kehal puudub jõu seal, kus neid ei ole, võttis njutoniaanliku mudeli aktsepteerimine laiemal publikul juba puhtsühholoogilistel põhjustel aega. (Siinkohal vt ka Elzinga 1972: 4–5, 14jj, 30 jj, 90jj ning Westfall 2009: 36.)

Kuna kartesiaanlus oli Newtoni teooria lähtepunkt, millest tema natuurfilosoofia tõukus, on Newtoni vaadete lähedust või kaugust kartesiaanlusest tõlgendatud erinevalt. Mõistagi annab selleks alust ka tema seisukohtade muutus aastate lõikes, nii näiteks leiab ta käsikirjadest üsna erinevaid vaateid eetri küsimusele. Nagu eespool mainitud, nimetab nt Newtoni biograaf Boriss Kuznetsov teda “eeterlik-kartesiaanliku kiusatuse ohvriks” (1988: 43) ning seob “kartesiaanlike kineetiliste mudelitega” mitte üksnes “Optika” hilisemad väljaanded, vaid ka Newtoni keemia- või alkeemia-alaste tekstide atomistika (*ibid.*: 44–45). Siiski on “Principia” teise raamatu üks peaesmärke Kuznetsovi sõnul Descartes’i keeristeteooria kummutamine (*ibid.*: 47). Koffi Maglo hinnangul seevastu saadi Newtoni külgetõmbeteooriat mandril vastu võtta alles sünteesina kartesiaanlikust mehhanitsismist ja Leibnizi analüütilistest meetoditest. (Maglo 2003: 162–163) Newtonile ja njutonismi-kartesianismi pörkele on pühendatud ka mõned kirjakohad ka Voltaire’i “Filosoofilistes kirjades”. Lähemalt on seda teematikat käsitlenud nt Kochiras (2009; 2011; 2012).

Kartesiaanlust omistati isegi Berkeleyle (Storrie 2012), ehkki tegelikult oli ta

Descartes'i ja Newtoni konfliktis üsna selgelt Newtoni poolel (Airaksinen 2010; Parigi 2010b).

### 2.3.3. Hutchinsoniaanlus

1724. aastal avaldas John Hutchinson raamatu "Moses's Principia" ("Moosese Principia") I osa, milles ta muuhulgas esitas vastuväited Isaac Newtoni gravitatsiooniteooriale. Kriitikat jätkas ta teostes "Moses's Sine Principio" (1730), "Power Essential and Mechanical, or what power belongs to God and what to his creatures, in which the design of Sir Isaac Newton and Dr Samuel Clarke is laid open" (1732) ning "Glory or Gravity", 1733. Ehkki Hutchinsoni teooriad ei levinud kontinendil kuigi laialt ning on tänapäeval suuresti unustatud, oli ta mõnd aega Briti saartel mõjukas mõtleja, nii et näiteks Colin A. Russell asetab uusaja teaduse mehhaniseerimise ja matematiseerimise kulgu kirjeldades Euroopa toonases kontekstis kõrvuti kolm koolkonda: kartesiaanid, njutoniaanid ja hutchinsoniaanid. (Russell 1991: 253)

Hutchinson ei tunnistanud Newtoni kasutatud mittemehhaanilisi jõude ning postuleeris seeasemel eetrivedeliku, mis edastab mehhaaniliselt jõudu, mille see algselt sai jumalalt. Erinevalt Newtonist, kes pidas jumalat immateriaalseks agendiks, kes aeg-ajalt universumi kulgu sekkub, rõhutas Hutchinson tema transtsendentsust loodud universumi suhtes. Newtoni jumala kõrvutamist kellassepaga, kes valmis kella tööd mõnikord kohendama peab, seostati arianlusega, mis Clarke'i ja Whistoni laadseid njutoniaane avalikult diskrediteeris. Selline kirjeldus ei sobinud anglikaani kõrgkirikule, mis eelistas naturaalteoloogiale vastanduvat hutchinsonlikku piiblipõhist ilmutusteoloogiat. Tooride kildkonna kaudu andis populaarsus kõrgkirikus hutchinsoniaanlusele ka poliitilise mõju. (Russell 1991: 260)

Hutchinsoni gravitatsiooniteooria põhines tema piiblitõlgendusel, peamiselt 1. Moosese raamatu algusel. Ta eitas njuutonlikku gravitatsiooni ka seetõttu, et (nagu leidsid mõned teisedki Newtoni teooria vastased) aktiivne alge saab olla ainult vaimus, mitte materias, materiaalseste kehade kaugmõjulise vastastikune külgetõmme aga tähendanuks mateeria aktiivsust. Newtoni pooldajate väide, justkui tekitaks külgetõmbe jumala vahetu kohalolu materias, oli talle samuti vastuvõetamatu ning ta pidas seda panteismiks. Selle asemel postuleeris Hutchinson, et jumala mõju kehade liikumisele vahendab mittemateriaalne eeter, mis omakorda esineb kolmel kujul: Universumi keskspaigas Päikeses on see tihedalt koos, mistõttu eetriosakesed paisatakse suurel kiirusel välja valgusena (mis

põhjustab osa planeetide liikumisest), kuni need lõpuks peatuvad (moodustades õhu) ning langevad aegamisi tagasi Päikesesse (lükates tagasiteel taas liikuma taevakehad). (English 1999; Hutchinson 1756: 137–161)

Kõrgkiriklikule populaarsusele vaatamata peeti Hutchinsoni järgijaid tihti “entusiastideks”. Ka Berkeleyt on vahel üritatud nende toetajate hulka arvata, tuues põhjenduseks tema kriitika Newtoni matemaatika suhtes — nt Patricia Fara kõneka pealkirjaga biograafias “Newton, The Making of Genius” (Fara 2002). Nagu osutab Timo Airaksinen, ei ole selleks siiski alust. Berkeley ise kirjutas Samuel Johnsonile: “Mis puutub hr. Hutchinsoni kirjutisi, siis ma ei ole nendega tuttav. Ma elan kauges maanurgas, kus paljud moodsad asjad minust mööda lähevad. Võin öelda vaid, et olen näinud seda autorit entusiastiks nimetatavat, mis ei loonud minus teda soosivat eelarvamust.” Ta hindas mehhanistlikke füüsikateooriaid, ehkki nendega tingimata ei nõustunud, ning ei pidanud piiblit loodusteaduslikuks allikaks nagu Hutchinson. (Airaksinen 2010: 88)

## 2.4. Sven Dimberg ja rootsiaegne gravitatsioonikriitika Eestis

Eelnevas käsitletud rünnakud varjatud omaduste vastu ei olnud 17.–18. sajandi filosoofias sugugi vähelevinud. Sarnaseid argumente kasutasid laialdaselt kartesiaanliku korpuskulaarfilosoofia pooldajad. Üldiselt nähti sajandivahetusel just kartesianismis modernset ja progressiivset filosoofiat, mis lükkas kõrvale vanamoodsa aristotelismi. Eestis, nagu teistelgi Rootsi riigi aladel, valmistas njutoniaanlusele teed ka ramism, mis oli ülikooli Tartu-perioodil tähtsal kohal tänu Skytte jt ramistliku kasvatuse saanud riigimeeste mõjule, kuid taandus aristotelismi retsidiivi ees pärast Skytte surma 1645. aastal, ning Pärnusse enam ei jõudnudki. (Friedenthal 2016: 101–102, 111–112). 17. sajandi lõpuks olid René Descartes'i vaated nii laialt levinud, et võime tuua näite sarnasest kriitikast isegi toonasest Tartu Ülikoolist. Kuna njutoniaanluse jõudmisest Eestisse on olnud meie teadusloolises kirjasõnas aastakümnete vältel korduvalt juttu, ent alati isoleeritult, asetamata seda teadusloolisse konteksti, vääriks see siinkohal kiiret selgitamist.

Tartu ülikool (mis tollal paiknes Pärnus) oli üks esimesi ülikoole Euroopas ja tõenäoliselt esimene Rootsi riigis, kus õpetati Newtoni uut teooriat (Lumiste, Piirimäe 2001; uuemaid ja põhjalikumaid ülevaateid vt Peetre ja Rodhe 2005 ning Mürsepp 2015: 303–308). Võrdluseks: Suurbritannias oli esimene David Gregory, kes alustas loengutega Edinburghis pärast professoriks valimist — muide, Newtoni enda abiga — 1683. aastal. (O'Connor, Robertson 2005; Mürsepp 2012) 1693. aastal pidas matemaatikaprofessor Sven Dimberg loenguid Newtoni "Principia" alusel ning üliõpilane Jacob Pranck kasutas seda oma väitekirjas värvide teemal. Siiski jäi ka pärast Dimbergi valdavaks kartesiaanlik sentiment. Teoreetilise filosoofia professor Gabriel Sjöberg levitas Descartes'i vaateid, tsiteerides Rootsi kuninga edikti, milles kästi ülikoolidel õpetada tudengi hariduse edendamiseks moodsaid teooriaid.

1709. aastal avaldas Samuel Flodin dissertatsiooni atmosfääri teemal, mida juhendas matemaatika ja astronoomia professor Conrad Quensel. Oma töös heitis Flodin aristotelluse kõrvale, eelistades kartesiaanlust. Ta tsiteeris tervet rida uusi autoreid nagu Torricelli, Boyle, Bernoulli, Guericke, Pascal, Hooke ja Huygens, ehkki peamiselt sekundaarkirjandusele toetudes. Kardi ja Prülleri (1981) ülevaates füüsika õpetamisest Academia Gustavianas ja Gustavo-Carolinas kiidetakse Flodinit uusima



kirjanduse kasutamise ning kriitika eest varjatud omaduste ("okultsete kvaliteetide") suunas nagu sümpaatiad, antipaatiad, maailma- ja loodusvaimud jts. Ei ole eriti üllatav, et ülevaate autorid jagavad tema seisukohti, kooskõlas Nõukogude-aegse ametliku ideoloogiaga, mis marksismile toetudes mõistis hukka kõik idealistliku. Ei üllata seegi, et nad väljendavad imestust ja pettumust, kuna Flodin nimetab samas loetelus ka gravitatsiooni.

Tegelikult on see siiski vaid märk kaasaegsete natuurfilosoofiliste dispuutide kajastumisest Academia Gustavo-Carolinas, kus esinesid väiksemal skaalal kõik vastasseisud ja vaidlused, mis suuremateski tollastes vaimuelu keskustes. Nagu näeme, ei olnud Berkeley kriitika Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni suhtes sugugi isoleeritud: vastupidi, samu või sarnaseid argumente kasutati probleemidele osutamiseks kõikjal Euroopas, olgu kriitikuteks siis pealinnade teaduskorüfeed või tudengid kaugetes provintsilinnades nagu Pärnu.

### 3. Berkeley gravitatsioonikriitiline argumentatsioon “De motus”

John Myhill (1957: 144) on võtnud Berkeley kriitika loodusteaduse suhtes kokku kolme punktina. Esiteks häirib Berkeleyt, kui füüsika, mis tähendab tema tõlgenduses teadust ideedest (*ideas*), sekkub metafüüsikasse, mis on teadus vaimudest (*spirits*). Füüsika tegeleb passiivsete objektidega, mida aktiivsed vaimud tajuvad; vaimed omakorda käsitlevad metafüüsika ja teoloogia. Vahetegemine nende teaduste sfääride vahel on Berkeley süsteemis äärmiselt oluline, kuna see tagab, et loodusteaduslike argumentidega ei ole põhimõtteliselt võimalik vastustada kristliku religiooni postulaate. Sel viisil kaitseb Berkeley oma usku vabamõtlejate eest, kes tema silmis tahavad loodusteadust teoloogiaga segades rünnata kristlust ennast ning levitada kahetsusväärset ateismi. Pealegi on vaimude ja ideede lahusseis Berkeley silmis elementaarne järeldus loogilisest mõtlemisest, millela ei saa teha ei tõsiseltvõetavat füüsikat ega metafüüsikat.

Teiseks, jätkates selge ja loogilise mõtlemise teemal, patustavad natuurfilosoofid Berkeley silmis sageli mõistelise selguse vastu, kasutades sisutuid mõisteid, mis ei viita ei ideedele ega vaimudele. Säherduste mõistete näidetena nimetab ta nii absoluutset ruumi ja liikumist kui ka materiaalist substantsi, mis mõne autori arvates peaks justkui meie tajutavaid omadusi kandma, ent pole ise otseselt kuidagi tajutav.

Kolmas probleem, millele Berkeley läbivalt osutab, on eksimine tervemõistusliku arutluse reeglite vastu. See ilmneb nt viisis, kuidas Newton formuleerib tema matemaatilistes meetodites kasutatava infinitesimaalide mõiste. (Myhill 1957: 144; Messenger 1982) Infinitesimaalid polnud küll Newtoni leiutus — selle mõiste tõi matemaatikasse tema sõber John Wallis oma 1655. aasta teoses “Traktaat koonuslõigetest” ning Newton ise arendas neid edasi alles 1665. aastast pärinevas tekstis “Arithmetica infinitorum” (Alexander 2014: 290) —, kuid termini kasutuselevõttu peetakse kas Newtoni või Leibnizi teeneks. Infinitesimaale on äärmiselt innukalt kritiseeritud nii tollal (17. sajandil keelasid jesuiidid nende kasutamise enda koolides ning algselt neist huvitunud Descartes välistas hiljem infinitesimaalid oma filosoofiast) kui ka hilisematel sajanditel: Georg Cantori sõnul on

tegu “matemaatika koolerabatsillidega” (Katz ja Katz 2012), Bertrand Russelli ja Rudolf Carnapi hinnangul on infinitiesimaalid aga libamõisted. Nii kirjutas Russell “Läänemaise filosoofia ajaloos” peatükki “Loogilise analüüsi filosoofia” sisse juhatades: “Leibniz uskus tegelikesse infinitiesimaalidesse, kuid ehkki see usk sobis tema metafüüsikaga, polnud sel matemaatikas mõistlikku alust.” Kergendusega nentis ta, et Weierstrass konstrueeris veidi pärast 19. sajandi keskpaika matemaatilise analüüsi esituse ilma infinitiesimaalideta, tagades selle loogilise kindluse. (Russell 1996: 738). Seega polnud Berkeley oma kriitikas sugugi üksi. David Levy tsiteerib veel 2002. aastal Florian Cajori teosest “History of Mathematics” toimetaja märkust, mille kohaselt Berkeley vastuväited lahendati rohkem või vähem lõplikult alles 1966. aastal, kui Abraham Robinson tuli välja mittestandardse analüüsiga. (Levy 2002: 288)

Konkreetselt gravitatsiooni juurde minnes võib Berkeley “De Motu” lugedes sõelale jäävates lõikudes esitatu grupeerida neljaks põhimiseks argumendiks, mis Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni tema silmis kahtluse alla seavad: 1) terminoloogiline ebamäärasus; 2) raskusjõu tajumatus ja seeläbi fiktiivsus; 3) gravitatsiooni staatus varjatud omadusena; 4) jõu kui substantsi küsimus. Sisuliselt eksis Newton gravitatsiooni metafüüsiliselt põhistades Berkeley hinnangul kõigi kolme punkti vastu, mida Myhill oma ülevaates loetles. Vaatleme neid argumente konkreetsete kirjakohtade valguses allpool lähemalt, asetades need ajaloolisse konteksti ning tuues paralleele ka hilisematest gravitatsioonikäsitlustest. Messenger

### 3.1. Terminoloogia ebamäärasus

Loodusteadusliku terminoloogia muutlikkus ja ebamäärasus oli Newtoni-aegses natuurfilosoofia kriitikas populaarne teema. Osalt võib selle kajastust näha veel Engelsilgi, kes Hegelile viidates kritiseeris tolle kaasaegseid empirikuid, “kes pidasid seletatuks kõiki veel seletamata nähtusi, seades nende aluseks mõne jõu — raskusjõu, ujumisjõu, elektri kontaktjõu jne — või, kus see ei õnnestunud, kasutasid selleks mõnd tundmatut ainet, nagu valgusaine, soojusaine, elektriaine jne.” (Engels 1954: 11) Enamik selliseid fiktiivseid, üksikprobleemide lahenduseks *ad hoc* moodustatud “jõude” ja “aineid” on praeguseks füüsika peavoolust välja praagitud, ehkki teatud mõttes võib selles toimeloogikaga näha sarnasusi nüüdisaegses

kvantmehhaanikas, kus uusi entiteete on kohati võetud kasutusele efektide “äraseletamiseks”, avamata algsest nende füüsikalist sisu. Ka jõudude tõlgendamise ning fiktiivsete ja reaalsete probleemide eristamisega on jätkuvalt probleeme (vt njutoniaanlike teemade jätkuks Liiva 2010 ja 2011), mispeale jääb vaid tsiteerida Engelsit: “Need kujutletavad ained on nüüd peaaegu kõrvale heidetud, aga see jõududega spekulatsioon, mille vastu Hegel võitles, kummitab lõbustavalt edasi.” (Engels 1954: 11)

Newton ei olnud terminoloogiakasutuses siiski sugugi järjekindlam kui füüsikalistes teooriates. Ehkki Newtoni hüpoteesivaen on tänapäeval üks tema tuntumaid jooni ning ainuüksi “Hypotheses non fingo” põhjal kuulutas Ernst Mach ta üheks suuremaist filosoofidest, eristas Hanson (1970: 17–18, 30–33) Newtoni “Principia” eri trükkides sõna *hypothesis* viis tähendust. I. Bernard Cohen (identifitseerimata ettekanne 1966. aastast, *cit. via* Hanson 1970: 14–15) on näidanud, et kuigi Newton määratles hüpoteesi “sellena, mis ei järeldu fenomenidest” (“General Scholium”; Newton 1946: 547), nimetas ta “Principia” 1687. aasta esmatrüki 5. ja 6. hüpoteesi teises trükis 1713. aastal lihtsalt fenomenideks ümber. Tõsi, metafilosoofiale Newton ei keskendunudki, nagu ilmneb määratlusest “hüpotees on iga propositsioon, mil puudub fenomenoloogiline alus; seesugune, mis ei ole fenomen ega tulene fenomenidest” — propositsiooni, tähenduse ja osutuse segadikust selles lauses piisab, et õrnahingelisem semiootik nutma panna. (Newtoni keeleliste ja vaimsete nihestuste põnev ja põhjalik analüüs ajastu vaimuloo vaates on esitatud Robert Markley raamatus “Fallen Languages” (1993).)

Matemaatiliste terminoloogiavigade kohta kirjutas Hanson: “...Newtoni töödes leiduvatele matemaatilistele libastumistele ja komistustele osutamisest on saanud peaaegu et omaette eriala...” (1970: 16) Et matemaatilise ranguse nõudmisele eraldi trükiseid pühendanud Berkeley siingi samalaadset kriitikat harrastas, ei ole eriline üllatus: “Tõde otsides on põhiline vältida eksitusi termineis, mida me halvasti mõistame: nõnda hoiatavad pea kõik filosoofid, kuid vähesed võtavad seda kuulda.” (DM 1) Siinkohal osutab Fraser (Berkeley 1901) paralleelile “Printsiipidega”, kus on samuti juttu keele väärkasutusest abstraktsioonides. “De motus” leiab Berkeley siiski, et seda hoiatust võiks siiski järgida, “eriti füüsikas, kus valitsevad aru, kogemus ja geomeetiline arutluslaad.” Seepärast soovitab Berkeley jätta ühtviisi kõrvale nii keelelised kui ka filosoofilised eelarvamused, pöörates “oma pilgu asjade päristisele

loomusele”. (DM 1)

Muistsete filosoofide arutelu liikumise üle sigitas Berkeley sõnul “arvukalt ülimalt keerukaid (et mitte ütelda absurdseid) arvamusi,” mis iseenesest tähelepanu ei pälvikski. Paraku kasutatakse ka “meie ajastu uuemate ja kainemate mõtlejate töödes” liikumise teemal “ohtralt mõnevõrra abstraktse ja ähmase tähendusega termineid nagu **raskuse ahvatlus, püüdlus, surnud jõud** jne”. Niisugused hägusa tähendusega fraasid “muudavad hämaraks muidu vägagi õpetatud kirjutised ning sünnitavad arvamusi, mis lahknevad tõest ja inimeste tervest mõistusest. Neid termineid peab uurima suure hoolega mitte soovist tõestada teiste inimeste eksimusi, vaid tõe huvides.” (DM 2) “Uuemate ja kainemate mõtlejate” all peab Berkeley ilmselt silmas selliseid autoreid nagu Francis Bacon, Newton, Borelli, Leibniz jt. Analoogselt võtab Berkeley sõna “Traktaadis inimarust”, kus kirjutab:

Praegu moesolev suur mehhaaniline printsiip on külgetõmme. ... Ent kuidas see meid valgustab, kui meile öeldakse, et seda teeb külgetõmme? ... Viisi või toimimise kohta ei selgu midagi ning meie poolest võiks seda sama hästi nimetada impulsiks või protrusiooniks kui külgetõmbeks.

Ühe näitena kasutab Berkeley tollases natuurfilosoofias akuutset probleemi liikumise edasikandumisega seotud terminitega — probleemi tõsidust võib näha juba sellestki, et Berkeley hõlmas selle isegi oma traktaadi pealkirja.

Et veelgi selgitada, kuidas teatud veider segadus on metafüüsiliste abstraksioonide kaudu liikumisõpetusse toodud, vaadeldgem kuulsate meeste arvamuste konflikti jõu ja impeti teemal. Leibniz ajab impeti segi liikumisega. Newtoni järgi on impett tegelikult sama kui inertsjõud. Borelli kinnitab, et impett on ainult kiiruse määr. Mõned peavad impetti ja püüdlust erinevaks, mõned identseks. Enamik peab liikumapanevat jõudu liikumisega proportsionaalseks, kuid mitmed eelistavad näha liikumapaneva kõrval mingit muud jõudu, mida mõõdetaks teistmoodi, nt kiiruse ruuduna massi suhtes. Ent seda mõtteliini lõpuni järgida oleks lõputu töö. (DM 16)

Viimases järelduses võib Berkeleyga igal juhul nõustuda. Arutelu liikumishulga, impulsi, impeti, elavjõu, kineetilise energia jt lähedaste ja kohati samatähenduslike (nt John Wallis nimetas jõudu nii *vis* kui ka *momentum*) terminite kobara teemal jätkus veel enam kui sajandi vältel. Need kõik on seotud jäävusseaduse küsimusega, mida Newtoni füüsika tänapäevases esituses ollakse harjunud nimetama impulsi jäävuse seaduseks.

18. sajandil olid mitmed füüsikud veendunud millegi taolise jäävuses, kuid

mis täpselt on pörgetes säiliva ja edasikanduva liikumise olemus ja kuidas seda matemaatilise rangusega arvutada, jäi pikalt lahtiseks. Ehkki Ivar Piir oma tähelepanu- ja tänuväärse "Füüsika ajaloo" (2013: 118–119) summeerib dispuudi poolel leheküljel, vastandades Descartes'i impulsside summa Leibnizi elavjõudude ehk massi ja kiiruse ruudu korrutiste summale ning pidades vaidluse lahendajaiks Jean-Jacques de Mairani (1728) ja Jean d'Alemberti (1743), oli probleemi tegelik jälg läbi filosoofia ja loodusteaduse ajaloo märksa pikem. Selles Bütsantsi filosoofist Joannes Philoponosost alanud arutelus jõudsid osaleda Ibn Sina, Jean Buridan, John Wallis, Johann Bernoulli, Willem 's Gravesande, Émilie du Châtelet, Gaspard-Gustave Coriolis, William Thomson ja mitmed teisedki.

Analoogse probleemi leiab Berkeley eest oma töö põhiteemas, liikumise edasikandumise küsimuses:

Enamik inimesi arvab, et liigutatavale kehale avaldub jõud on selle liikumise põhjus. ... Selge on seegi, et jõud ei ole mingi kindel ja määratletud asi, kuna suurmeestel on selle suhtes väga erinevad, isegi vastukäivad arvamused, ja ometi saavutavad nad tulemusena tõe. Sest Newton ütleb, et mõjutav jõud seisneb üksnes mõjus ja on kehale selle seisundi muutmiseks avaldatud mõju ning see ei jää püsima pärast mõju lõppu. Torricelli vaidleb talle vastu, väites, et teatav hulk või kogum jõude antakse pörkel edasi liikuvale kehale ning sinna see jääbki, moodustades impeti. Borelli ja teised ütlevad suuresti sama. Kuid ehkki Newton ja Torricelli ei paista teineteisega nõustuvat, on mõlema vaated kooskõlalised ja asja ennast seletavad mõlemad küllalt hästi. Sest kõik kehadele omistatavad jõud on matemaatilised hüpoteesid, samuti kui planeetide ja päikese külgetõmbejõud. Aga matemaatilistel entiteetidel ei ole asjade loomuses püsivat olemust ja nad sõltuvad määratleja arusaamadest. (DM 67)

Nagu eelnevalt öeldud, oli liikumise edasikandumine 17. sajandi teaduse jaoks keeruline probleem nii tehnilisest kui ka ontoloogilisest küljest. Selle käsitlemist ei tee Berkeley silmis sugugi kergemaks terminid, mille tähendus erines igal autoril, tekitades seetõttu vajaduse sõnavara pidevalt üha uuesti määratleda.

Kohati püüab Berkeley olla terminoloogias ja mõistetes rõhutatult täpne. Nii eristab ta raskust (*gravitas*), mis on kehadele omistatav omadus, ja gravitatsiooni (*gravitatio*), mis on selle jõu toime (ja erineb omakorda liikumisest kui toime avaldumisvormist): "...raskus [*gravitatem*] on teatud reaalne omadus, mis erineb kõigist teistest, ning et gravitatsioon [*gravitationem*] on selle omaduse toime ja reaalselt erinev liikumisest." (DM 9) Enamikus "De motu" tõlgetes on seda eristust ka

järgitud, kuigi mitte alati läbivalt kogu tekstis; kuivõrd järjekindlalt Berkeley ise oma silmatorkavalt esile tõstetud vastandust kogu traktaadis järgis, on teema pikemaks analüüsiks, mis siia ei mahu.

Tänapäeval kõlab Berkeley nõue terminoloogilise täpsuse ja selguse järele füüsikas sama aktuaalselt kui kolmsada aastat tagasi. Nii kritiseeris Tim Maudlin paari aasta eest Public Broadcasting Service'i füüsikablogis füüsikute filosoofiavastasust — mida on teiste suurkujude seas hiljuti ilmutanud Stephen Hawking ja 20. sajandil Richard Feynman —, nõudes mõistete ja metodoloogia täpsust, mida Maudlini arvates suudavad filosoofid paremini kontrollida kui füüsikud. Ta tsiteeris ka John Belli esseed “Mõõtmise vastu”, kus on toodud ähmaste mõistete loetelu, mil pole füüsikalises täpsuses kohta: “süsteem, aparaat, keskkond, mikroskoopiline, makroskoopiline, pööratav, pöördumatu, vaadeldav, informatsioon, mõõtmine” (Maudlin 2015) Meie kaasaegsete teadusfilosoofide filipikad kõlavad Berkeleyle üsna sarnaselt, ehkki pisut ärritunumalt.

### 3.2. Raskusjõu tajutamatus ja fiktiivsus

Kuna raskusjõud pole tajutav, on Berkeley hinnangul tegu puhthüpoteetilise konstruktsiooniga, mitte reaalse nähtusega. Niisugustel juhtudel tuleb aga olla äärmiselt hoolikas, et mitte omistada arvutustehnilistele abivahenditele reaalselt eksistentsi.

Berkeley filosoofias on füüsika teadus ideedest ja metafüüsika teadus vaimudest. Loodusteadus, mida kindlalt esindab Newton, on ekslik vaid kolmel juhul: 1) kui see kaldub metafüüsikasse, tegeldes põhjustega mittefenomenalistlikus tähenduses; 2) kui see kasutab tähenduseta mõisteid, mis ei viita vaimudele ega ideedele, nt absoluutne ruum ja materiaalne substraat; 3) kui see läheb vastuollu terve mõistusega nagu diferentsiaalarvutus. “De motus” näitab Berkeley, kuidas säilitada Newtoni “Principia” reaalselt empiirilist sisu ilma nende kolme eksitusega.

Nagu eelnevalt viidatud, kritiseerib Berkeley keele alusetut abstraheerimist ja vigast kasutust mõistetes nagu *jõud* või *vägi*, mille abil natuurfilosoofid müstifitseerivad passiivseid objekte, ehkki on ilmne, et igasugune aktiivsus saab kuuluda vaid mõistustele või inimestele: “**Ahvatlus** ja **pingutus** või **püüdlus** kuuluvad päristiselt üksnes elusolevustele. Kui need omistatakse teistele asjadele,

tuleb neid mõista metafooridena — ent filosoof peaks metafooridest hoiduma.” Berkeley meelest puudub neil termineil “selge ja eristuv tähendus, mis seisaks lahus hinge tundmustest ja keha liikumisest.” (DM 3) Üsna sarnaselt kõlab Goethe sajandi jagu hilisem kaebus päevaraamatus: “Olen mõtisklenud fiktsioonist ja teadusest. Nende põhjustatud pahandus tuleneb üksipäini meie reflektiivse otsustusvõime vajadustest, mis loob enda tarbeks pildi, kuid hiljem hakkab seda tõseks ja kindlaks pidama.” (*Cit. via* Sepper 2002, moto)

Samamoodi on see, mida me sageli nimetame põhjuslikkuseks, tegelikult mitte põhjuse ja tagajärje, vaid pigem märgi ja tähenduse vahekord. Kogu põhjuslikkus eksisteerib vaid mõistuses ning tajutavate fenomenide puhul Jumala mõistuses. Ehk nagu konkreetselt raskuse kohta on öeldud “De motus”: “Kõik see, mida me teame, millele oleme andnud nimeks “keha”, ei sisalda eneses midagi, mis võiks olla liikumise printsiip või toimiv põhjus.” Järgnevas kinnitab Berkeley, et raskuse all ei mõelda “midagi muud kui tajutavat mõju, mille põhjust me otsime. Ja tõepoolest, kui me nimetame keha raskeks, ei mõista me sellest muud, kui et see kandub allapoole, ning selle tajutava mõju põhjusest ei arva me midagi.” (DM 22) Berkeley seisukohast leidub Newtoni teooria metafüüsilises struktuuris terminoloogilist segadust, filosoofilisi vigu ja libamõisteid.

Liikumise alusprintsiipi on tavaliselt nimetatud “jõuks”, “raskuseks” ja “külgetõmbeks”. Ent meie meelelises kogemuses väljendub see vaid kahel viisil: meie tajudes nagu surve või pingutus ning (tajutavate) kehade matemaatiliselt ennustatavas käitumises. Raskuse puhul tunneme rasket keha hoides survet ning kui see on õhus omapäi jäetud, näeme seda liikumas: “Raskeid kehi toetades tunneme endas pingutust, väsimust ja ebamugavust. Langevates rasketes kehtes tajume ka kiirenevat liikumist maa keskpunkti suunas — ning see on kõik, mida meeled meile ütlevad.” (DM 4) Me ei taju mingeid tõendeid selle “külgetõmbest” või “raskusest”, ka mitte juhul, kui see on paigal:

Samas ei anna ükski jõud endast märku muidu kui oma mõju kaudu ning mõju kaudu seda ka mõõdetakse; ent me ei suuda eraldada kehal avalduvat mõju selle liikumisest. Seega liigub raske keha, kuni see muudab selle alla pandud tinatüki või nõõri kuju; aga kui see on paigal, ei tee see midagi või (mis teeb sama välja) takistatakse seda tegutsemast. (DM 11)

Nõnda ei saa me õigupoolest rääkida raskusjõust kui põhjusest või printsiibist, sest



meie survetunne ei saa põhjustada keha liikumist, samuti mitte selle kalduvus liikuda, kuna see oleks nõiaring: “Ent kuna raskete kehade langemise põhjus on nähtamatu ja teadmatu, ei saa raskust [*gravitas*] selles tähenduses õigupoolest nimetada tajutavaks omaduseks [*qualitas sensibilis*]. Järelikult on see varjatud omadus [*qualitas occulta*].” (DM 4) “Niisiis on ilmselt kasutu pidada raskust või jõudu liikumise printsiibiks.” (DM 6) Seega on “raskus” varjatud omadus, mis ei toetu tegelikele meelteandmetele. Ning varjatud omadused ei selgita Berkeley arvates midagi — nagu allpool lähemalt kirjeldatud on.

Siinkohal võib tõmmata paralleeli inertsjõu iseloomustusega Newtoni 3. filosoferimisreeglis “Principia” kolmandas raamatus “De Mundi Systemate” ehk “Maailmasüsteemist” (Newton 1729: 270–271), mis on samavõrd kaudne ja seega avatud Berkeley tüüpi kriitikale:

Et kõik kehad on liigutatavad ja neil on teatud jõud (mida me nimetame *vires inertiae*) püsida oma liikumises või puhkuses, järeldame üksnes sarnastest omadustest keha sees, mida oleme näinud. Terviku ulatuvus, kõvadus, läbitamatus, liikuvus ja *vis inertiae* tulenevad osade ulatuvusest, kõvadusest, läbitamatusest, liikuvusest ja *vis inertiae*’st; ja sellest me järeldame, et kõigi kehade vähimad osakesed on kõik samuti ulatuvad ja kõvad ja läbitamatud ja liigutatavad ja varustatud neile kohase *vis inertiae*’ga.

Samamoodi tuleb Newton induktiivselt ka universaalse gravitatsioonijõu:

Lõpuks, kui katsete ja astronoomiliste vaatluste põhjal üleüldiselt ilmneb, et kõik kehad Maa ümbruses tõmbuvad Maa poole; ja seda kooskõlas aine hulgaga, mida nad igaüks sisaldavad; et Kuu tõmbub samuti Maa poole vastavalt oma aine hulga; ja kõik planeedid vastastikku üksteise poole; ja komeedid samasugusel viisil Päikese poole; siis peame selle reegli kohaselt üleüldiselt tunnistama, et kõik kehad on varustatud gravitatsiooniprintsiibiga.

Jõu ja põhjuse vahekorda kommenteerib hiljem Berkeleyle vastanduvast vaatenurgast James Challis, kelle arvates oli jõu abstraktse mõiste kasutuselevõtt ja universaalne rakendamine Newtoni suurim avastus. Seejuures peab ta oluliseks edasiminekuks Kepleriga võrreldes asjaolu, et kui Kepleri seadused jäid pelgalt formaalseteks reegliteks, siis just tänu jõule sai Newton esitada põhjuslikud seadused, mis ei piirdunud liikumise kirjeldusega, vaid seda ka mehhaaniliselt põhjendasid. (Challis 1869: xix–xx) Lõpuks nentis Challis küll siiski, et mehhaaniliste põhjenduste ahela lõpus asub loodusteadusest väljapoole jääv jumalik tahe.

“De Motu” juurde naastes: Berkeley jätkab nendinguga, et abstraktsed,

tegeliku tähenduseta terminid ei lase ka filosoofilisel arutelul selguseni jõuda. Selle all kannatavad ka need natuurfilosoofid, kelle saavutusi Berkeley muidu igati tunnustab, nt Torricelli ja Leibniz: "Nii on isegi suurimad mehed, kui nad abstraktsioonidele järele annavad, sunnitud kasutama kindla tähenduseta termineid, mis on vaid skolastiliste asjade varjud. Uuemate autorite arvukatest töödest võiks tuua veel palju lõike, mis annavad rohket tõendust, et metafüüsilised abstraktsioonid ei ole kõikjal andnud teed mehhaanikale ja katsetele, vaid tekitavad filosoofidele endiselt tühja tüli." (DM 8)

Berkeley lubab siiski kasutada niisugusi termineid matemaatilistes arvutustes, kuni me ei kanna neid üle metafüüsikasse: "Üldiste ja abstraktsete terminite teemal teevad paljud inimesed vigu; nad näevad nende väärtust tõestustes, kuid ei mõista nende eesmärki. Osalt on terminid leiutatud tavalise harjumuse tõttu juttu lühendada, osalt on neid välja mõelnud filosoofid õpetuse tarvis. Mitte, et need oleks kohandatud asjade loomusega, mis on tegelikult üksikud ja konkreetsed, ent need on kasulikud õpetuse edastamiseks, kuna nad muudavad mõisted või vähemasti väited universaalseteks." (DM 7) Tema jaoks on selline pragmaatiline nominalism lubatav puhtteoreetilistes valemites, et lihtsustada ülalmainitud matemaatiliste ennustuste jaoks tarvilikke arvutusi.

Berkeley hoiatab, et ehkki füüsikutel on tavaks luua arvutuste lihtsustamiseks kõikvõimalikke kontsepte, tasub meeles pidada, et sellistele konstruktsioonidele ei vasta reaalsuses midagi. Ilmselt on see hoiatus igati asjakohane ning kehtib tänini. Vahel on isegi tänapäevastesse füüsikatekstidesse lisatud sellekohane meeldetuletus, nt Visser 2002: "Siin võtsime kasutusele "superjälje" operaatori Str... Pange tähele, et selle "Str"-objekti kasulikkus ei piirdu supersümmeetriliste teooriatega, see on ka teistes kvantväljateooriates täiesti mõistlik, *olles kasulik lihtsalt notatsioonilise ja formaalse võttena.*" (Minu kursiiv.)

Selles punktis võib näha mõningat sarnasust Berkeley kriitika ja varasema poleemika vahel, mis kestis aastakümneid Thomas Hobbesi ning matemaatik John Wallise ja tema pooldajate vahel. Ka Hobbes asus matemaatiliste abstraktsioonide suhtes nominalistlikul positsioonil, vastandudes Kuninglikule Seltsile — ehkki muidu oli Hobbes nendega üsna lähedastel mehhanitsistlikel seisukohtadel ning üldisemas plaanis tema natuurfilosoofia Berkeley omaga ei kattunud. Hobbesi nominalism lähtus isegi niivõrd häirivast materialismist, et Jon Parkini hinnangul ei jäänud

Kuninglikul Seltsil muud üle kui end temast distantseerida, kuna Hobbesi tõttu ähvardas mehhanitsismi seostamine ohtliku ateismiga. Ses suhtes annab Berkeleyyst kaugemat positsiooni toonasest natuurfilosoofiast otsida. (Parkin 1999: 140–141)

Kahes dispuudis leidus siiski veel üks mõnevõrra sarnane aspekt: kui matemaatikas ründas Berkeley infinitesimaalide kasutust, siis Hobbesi häirisid lõpmatud suurused, milles ta nägi tagasipöördumist skolastikasse. (*ibid.*: 1999: 161) Vaidluses Wallisega Torricelli lõpmata pika, kuid lõpliku ruumalaga trompeti teemal väitis Hobbes oma teose "Principia et Problemata aliquot Geometrica" viimases peatükis "Lõpmatusest": "lõpmatu on sama mis lõpetamata [*imperfectum*] ja pole lõpetatud [*finitum*] ega saagi iial lõpetatud". Matemaatilisel lõpmatu Hobbesi arvates määramatu, ehk siis nii suur või väike kui tahetakse: "sõna *lõpmatu* ei tähenda õigupoolest midagi peale selle, et see ületab kõik määratavad mõõdud [*superet mensurarum datarum numerum omnem assignabilem*]". (Jesseph 1999: 186–187)

Ehkki omal ajal jäi Hobbes vaidluses alla Kuningliku Seltsi ja Oxbridge'i matemaatikutele, kõlab Douglas M. Jessephi ajalooline kokkuvõtlik hinnang Hobbesi argumentidele sarnaselt hinnangutele, mida Berkeley kohta sissejuhatuses tsiteerisin:

Lõpuks näitab vaidluse see faas, et mõnes tähtsas aspektis oli Hobbes täpsem ja rangem kui ta vastane. Ehkki Wallise meetodid jõuavad peaaegu alati tulemusteni, mida me tänapäeval kehtivaiks peame, on need tihedalt täis ebaühtlust ja kooskõlatust, samas kui tema väited eelduste kohta ajavad asja pigem segasemaks kui selgitavad. Hobbes osutas õigesti infinitesimaalmatemaatika hägususele ning ehkki tal puudus täielikult väljatöötatud alternatiiv, ei olnud ta vastuväited sugugi hullu määramine. (Jesseph 1999: 187–188)

Just Berkeley mööndust, et ka reaalse sisuta konstruktsioone võib tarvitada praktilistel kaalutlustel, tõlgendatakse sageli argumendina tema metafüüsilise ja teadusfilosoofilise instrumentalismi toetuseks: "**Jõud, raskus, külgetõmme** ja teised seda sorti terminid on kasulikud põhjendustes ja arutlustes liikumise ja liikuvate kehade kohta, kuid mitte mõistmaks liikumise enda lihtsat loomust või nii paljude eri omaduste märkimiseks." Berkeley hinnangul võttis Newton külgetõmbe kasutusele "mitte tõelise füüsikalise omaduse, vaid üksnes matemaatilise hüpoteesina". Siin võtab ta appi teisedki Newtoni-kriitikud: "Tõepoolest tunnistab ka Leibniz, eristades

elementaarset pingutust [*nisum*] või ahvatlust [*solicitationem*] impetist [*ab impetu*], et neid entiteete looduses tegelikult ei leidu, vaid need tuleb luua abstraherimise abil.” (DM 17; vt ka Siris 234–235) Nii tõlgendab Marc A. Hight vastavaid kohti “De motus” ja mujal mitte üksnes instrumentalistlikult, vaid toob esile ka seose Berkeley märgifilosoofiaga. Sõna “jõud” on meie jaoks märk teatud kogemuste kohta, kuid märk on vaid mõistuse instrument. Kasutades sõnu märkidena võimatute asjade kohta, summeerib Hight, võime heita kõrvale iga teooria, mis neid kasutab — kuid kasulike teooriate kohal võimaldab instrumentalistlik lähenemine need praktilises tarvituses hoida, pidades meeles, et meil pole alust neid metafüseerida. (Hight 2010: 20–22)

Instrumentalistlikku tõlgendust peavad mõned autorid sedavõrd enesestmõistetavaks, et nt “Internet Encyclopedia of Philosophy” ütlebki “De motu” kohta põhiliselt järgmist: “1720. aastal Prantsusmaal Lyonis viibides kirjutas Berkeley “De motu”, essee liikumisest, mis peegeldab tema teaduslikku instrumentalismi.” (Flage s.a.) Sarnaselt kirjutab Stanfordi filosoofiaentsüklopeedias Lisa Downing, kes on instrumentalismi küsimusele ka eraldi artikleid pühendanud (nt Downing 1995): “1720. aastal ... koostas Berkeley “De motu”, traktaadi mehhaanika filosoofilistest alustest, milles arendas oma teadusfilosoofilisi vaateid ja sõnastas instrumentalistliku lähenemise Newtoni dünaamikale.” (Downing 2011) Kõik seda veendumust siiski ei jaga, nt ei pea Luc Peterschmitt Berkeleyt instrumentalistiks või vähemalt mitte samas tähenduses instrumentalistiks kui on Popper ja Newton-Smith. Samuti pole ta Peterschmitti arvates küll ka sama laadi realist kui Leibniz ja Newton. Peterschmitt soovitabki kõrvutada Berkeley filosoofiat mitte meie tänapäevaste teadusfilosoofiliste koolkondadega, vaid Newtoni “Principias” esitatud lähtekohtadega. (Peterschmitt 2008: 31)

Mainimist väärib, et teadusfilosoofilise realismi kriitika kõrval on Berkeleyl ka n-ö positiivne programm, mida ta “De motus” küll pikemalt ei eksplitseeri: märgiteooria, mis peaks võimaldama kõneleda kõigest epistemoloogilisest, kasutamata mõisteid, mis hakkavad natuurfilosoofide silmis peagi omandama näivat eksistentsi. See on taas valdkond, milles Berkeley kirjutistel on olnud rohkem väärtust ja isegi mõju kui tunnustust. Nii on üks moodsa semiootika suurkujusid Charles Sanders Peirce tunnistanud, et Berkeley teooriatel oli tema vaadete kujunemisele suur mõju. (Moore 1984: 325) Semiootikute seas pole Berkeley

märgiteooria siiski kuigi tuntud. Analoogselt viitab Berkeley nägemisteooriale kunstiteoreetik W. J. T. Mitchell artiklis “Word and Image” — kuid see viide pole leidnud moodsas kunstiteaduses edasiarendust. (Mitchell 1996: 52) Berkeley märgiteooria kui natuurfilosoofia alus vääriks kahtlemata põhjalikumat analüüsi kui on senistes nappides käsitlustes; mõningaid lähtekohti selleks valgustavad nt Armstrong 1969, Brook 2003, Printz 2007 ja Pritchard 2012.

Teatud mõttes võib öelda, et ka tänapäeva füüsika perspektiivist vaadates oli Berkeleyl õigus, kui ta pidas gravitatsiooni pelgalt kasulikuks matemaatiliseks kontseptsiooniks või arvutuslikuks abivahendiks. Üldrelatiivsusteoorias peetakse raskusjõudu fiktiivseks jõuks, mis tuleneb aegruumi kõverusest — see on aegruumi omaduste väljendus, mitte eraldiseisev entiteet või nähtus, mis erineks inertsjõust. Relatiivsusteooria seisukohalt on inertsjõud ja gravitatsioon samased, nii et need on isegi mitte ühe nähtuse kaks avaldumisvormi, vaid olemuslikult sama efekti kaks kirjeldust. (Weinberg 2003b: 218–219; 2003c: 126)

### 3.3. Gravitatsioon kui varjatud omadus

“Online Etymology Dictionary” kohaselt iseloomustati inglise keeles sõnaga *occult* “varases teaduses või natuurfilosoofias füüsikalisi omadusi, mis ei ilmnenud otseses vaatluses, vaid olid avastatavad üksnes katse teel, või mille loomus on teadmata või seletamata”. (OED, **sub occult**)

Newton ei leiutanud varjatud omadusi — see mõiste oli kasutusel juba varem —, kuid ta võttis need tarvitusele mehhanitsistlikus filosoofias. Kui kartesiaanlus taandas materia olemuslikud omadused pelgalt ulatuvusele, siis andis Newton kehadele sisemised ja lahutamatud omadused tagasi; eelkõige kuulub nende hulka mass kui raskusjõu iseloomustaja, korrelaat ja selle universaalsuse tagatis. John Henry sõnul on seda võtet sageli peetud näiteks Newtoni geniaalsusest. Ta tsiteerib Westfalli, kelle järgi Newtoni arusaam tõmbe- ja tõukejõududest, mis toimivad üksteisest kaugete osakeste vahel, oli “suur filosoofiline innovatsioon”, mis tulenes “veendumusest, et loodust ei saa taandada inertsete materiaosakeste korrastatusele”. (Henry 1986: 336)

Berkeley ilmselgelt ei jaganud hilisemate teadusloolaste vaimustust: “Ent kuna raskete kehade langemise põhjus on nähtamatu ja teadmatu, ei saa raskust

[*gravitas*] selles tähenduses õigupoolest nimetada tajutavaks omaduseks [*qualitas sensibilis*]. Järelikult on see varjatud omadus [*qualitas occulta*].” Iseloomulikus tervemõistuslikus stiilis nendib ta:

Ent mis on varjatud omadus või kuidas ükski omadus midagi teha või mõjutada saab, võime vaevalt kujutleda — tegelikult me ei suudagi seda kujutleda. Ja nii talitaksid inimesed paremini, kui nad laseksid varjatud omadustel oma teed minna ning pööraksid tähelepanu vaid nende tajutavatele mõjudele. (DM 4)

Kolmandat oma kuulsatest filosoferimisreeglitest “Printsiipide” kolmandas raamatus “De Mundi Systemate” ehk “Maailmasüsteemist” alustas Newton üldistuse ehk induktsiooniga:

Selliste kehade omadusi, mida ei saa tugevdada ega nõrgendada ja, mis on omased kõikidele kehadele, millega on võimalik sooritada katseid, tuleb vaadelda kõikide kehade üldiste omadustena. Sest kuna me tunneme kehade omadusi üksnes katsete kaudu, peame pidama üleüldiseks kõike, mis üleüldiselt leiab katsetega kinnitust; ja mida ei saa vähendada, ei saa ka iialgi ära võtta.

Newtoni hinnangul ei peaks me “loobuma katselistest tõendustest omaenese loodud unelmate ja tühipaljaste fantaaside pärast” ega “taganema võrdlusest loodusega, mis tavatseb olla lihtne ning alati iseenesega kooskõlas.” Ta möönab tajutavate omaduste primaarsust, kuid leiab väljapääsu induktsioonis: “Me ei tunne kehade ulatust muidu kui meie meelte kaudu, mis ei küündi kõigi kehadeni; kuid kuna me leiame ulatuse kõiges tajutavas, omistame selle üleüldiselt ka kõigele muule.” Analoogselt järeldame endale tuntud kehade kõvadusest ja läbitamatusest kõigi kehade kõvaduse ja läbitamatuse.

Siin aga liigub Newton üldistustelt varjatud omaduste juurde: “Et kõik kehad on liigutatavad ja neil on teatud jõud (mida me nimetame *vires inertiae*) püsida oma liikumises või puhkuses, järeldame üksnes sarnastest omadustest kehades, mida oleme näinud.” Samas üldistab ta kohe needki kõigile kehadele ning jätkab sama hingetõmbega kehade seni veel tõestamata, kuid potentsiaalselt lõpmatu jagatavuse teemal. Varjatud omadused ja induktiivne järeldusmeetod on selle arutluse põhjal otsustades Newtoni silmis lahutamatud, üks kaasneb paratamatult teisega.

Varjatud omaduste üldistamine jõuab ka konkreetset me peateema, gravitatsioonini. Katsetes ja astronoomilistes vaatlustes nähtuvate efektide põhjal otsustab Newton, et “peame selle reegli kohaselt üleüldiselt tunnistama, et kõik

kehad on varustatud gravitatsiooniprintsiibiga. Sest nähtumustest tulenev argument järeldeb kõigi kehade universaalset gravitatsiooni tugevamini kui nende läbitamatust, mille kohta taevastes regioonides pole meil katseid ega ühtki laadi vaatlusi.” Siinkohal toob ta sisse küll reservatsiooni: “Mitte, et ma väidaks gravitatsiooni olevat kehadele olemusliku. Nende *vis insita* all pean ma silmas ei midagi muud kui nende *vis inertiae*’d. See on kõigutamatu. Nende gravitatsioon kahaneb, kui nad Maast kaugenevad.” Ent ikkagi tuleb nentida, et Newtoni kolmas arutlusreegel, mis algselt käsitles vaid vaatlustulemuste induktiivset üldistamist, muutus oma kommentaari tõttu märksa laiatähenduslikumaks. (Newton 1729: 270–271)

Just seda Newtoni kirjakohta võis Berkeley silmas pidada, kui kirjutas:

Samamoodi omistatakse kehadele **jõud** ning seda sõna kasutatakse, just nagu see tähistaks tuntud omadust, mis erineb liikumisest, kujust ja igast muust tajutavast asjast, samuti igast elusolendite tundmusest. Ent kui te uurite asja lähemalt, nõustute, et selline jõud ei ole midagi muud kui **varjatud** omadus. Looma pingutust ja kehalist liikumist peetakse tavaliselt selle varjatud omaduse tunnusteks ja mõõtudeks. (DM 5)

Ja järgnevas: “Niisiis on ilmselt kasutu pidada raskust või jõudu liikumise printsiibiks. Sest kuidas võiks taolist printsiipi selgemalt mõista, nimetades seda varjatud omaduseks? Mis on ise varjatud, ei seleta ka midagi muud.” (DM 6)

“Optikas” leidub kirjakoht, milles Newton sisuliselt esitas vastulause sellele argumendile, ehkki see ilmus enne Berkeley kriitikat ning käis külgetõmbe ja eemaletõukumise kohta üldiselt: “Ma ei pea neid printsiipe varjatud omadusteks ..., vaid üldisteks loodusseadusteks... Sest need omadused on ilmsed ja ainult nende põhjused on varjatud.” Järgnevas on ka Newton ise veidi vabandaval toonil varjatud omaduste suhtes kriitiline. (Westfall 1981: 645) Vaevalt säherdune seletus siiski Berkeleyt veennud oleks, sest nagu nägime, on tema analüüsis jõud ikkagi varjatud, ilmne on alles selle väidetav mõju.

Berkeley polnud sugugi ainus, kes varjatud omaduste mehhanistsistlikku filosoofiasse toomist kritiseeris. Skeptiliselt suhtusid nende kasutamisse nii Leibniz, Huygens, Richmann kui veel mitmed teisedki. Kui Berkeley kirjatöö ilmumise ajal oli see väljend kasutusel veel ennekõike terminina, siis 18. sajandi jooksul konnotatsioonid muutusid ning lõpuks omandas fraas pejoratiivse varjundi, mida eestikeelne vaste *okultsed kvaliteedid* tänapäeva sõnakasutuse kontekstis edasi kannab. (Westfall 2009: 157; Boss 1972: 148; Breidert 1987)

Westfalli (2007: 92) sõnul “viskas see reegel katselise kinda Leibnizi spekulatiivsemale filosoofiale”. Tõepoolest, ka aristotelliku ja kartesiaanliku ratsionalismi jaoks on induktsioon üsna kahtlane arutlusmeetod, kuna seda on keerukas puhtloogiliselt tõestada. Sellest seisukohast võib möönda, et kolmas reegel on kõige avatum ratsionalistlikule kriitikale. Nii süüdistaski Leibniz Newtonit varjatud jõudude lubamises, kui seletas gravitatsiooni raskusjõu abil, mis müstilisel kombel mõjus kaugelt ja samas hetkeliselt ning ilmnes mitte vahetult, vaid üksnes oma tagajärgede kaudu. Kui liita sellele Jumala sisseseatud maailmamehhaanika, mis Newtoni kirjelduse kohaselt vajab — Leibnizi seisukohalt täiesti tarbetult ja absurdelt — aeg-ajalt üleskeeramist nagu kehva kellameistri valmistatud uur, ei ole ime, et Newtoni teooria oli arvukatele veenvatele praktilistele tulemustele vaatamata oma aluste poolest Leibnizi silmis irratsionaalne ning planeetide püsimine orbiitidel selles alaline “ime”. (Koyré, Cohen 1961: 555–558)

*Varjatud omaduste* kui teadusfilosoofilise termini ajalugu väärrib kahtlemata iseseisvat käsitlemist. Kasutusele võeti see juba aristotelluses ning püsis teaduskriitilises kõnepruugis kohati 19. sajandi lõpuni. Selle aja vältel kasutati terminit “varjatud omadus” aga eri tähendustes, mis pole tihti selged isegi samal autoril. Teemat on käsitletud nii mõne muuteemalise teksti raames (nt Airaksinen 2010) kui ka eraldiseisvais artiklites (nt Hutchison 1982, Henry 1986, Millen 1985).

Ron Milleni hinnangul kadusid *varjatud omadused* teadusrevolutsiooni käigus käibelt küll termini ja mõistena, kuid mitte arusaamana. Tänapäeval ei kõnelda enam varjatud omadustest, kuid nagu rõhutab Millen (1985: 215–216), peame neid nüüdisfüüsikas enesestmõistetavateks. Ei füüsikud ega filosoofid eelda enam, et kõik otseselt tajutamatud füüsikalised omadused oleksid pelgalt fiktsioonid, mis tegeliku tähenduse omandamiseks tuleks taandada tajutavatele omadustele. Seda peabki Millen üheks olulisemaks teadusrevolutsiooni saavutusest. Siiski tunnistavad füüsikudki, et näiteks kvantmehhaanilistes mikromaailma kirjeldustes kasutatavatest omadustest mitmetel puudub meile igapäevaselt tuttava makromaailma mõistes sisu ning nende tähistamiseks pruugitavad rõhutatult kujundlikud nimetused nagu *ilu* või *tõde* tekitavad võhikutes võõristust ja arusaamatust. Samuti riivab ajalooline varjatud omaduste problematika tänapäevaseid varjatud parameetrite teooriaid, mis näitab taas kord Berkeley kriitika laiemat tähelepanuväärsust kui pelgalt ajaloomälestisena.



### 3.4. Jõud kui substantis

Teistest argumentidest eraldiseisvana võib käsitleda ka küsimust jõust kui substantisist või entiteedist. Probleem on selles, et kui Descartes'il eristub keha teistest vaid liikudes, siis Newtoni süsteemis figureerivad jõud, mis säilivad ka kehade paigaloleku korral. Küsimus on, kuidas nende olemasolu sellisel juhul tõlgendada.

Leibnizi eri aastate töodes on tema vaated jõu mõistele suuresti varieerunud, kuid 1670. aastate lõpul jõudis ta arusaamale, et just jõud võimaldab eristada liikuvaid kehasid paigalseisvatest. Liikumise aluseks sai tema süsteemis *aktiivne, tegev* või *mõjus jõud* (*vis agendi*), mis ei olnud taandatav suuruse, kuju või koha muutusele, nagu see oleks pidanud olema kartesianismis. Nii kujunes Leibnizi jõust Garberi hinnangul substantsiaalne vorm ning Leibnizi dünaamika päädis hülomorfismis. (Garber 2012: 232–234) Erinevalt Leibnizist ei loe Newton siiski jõudu maailma substantisiks. Materia esmane määratlus on kehade ulatuvus, jõud on ulatuva substantsi moodus. Jõud annab kehale massi ja muudab keha individuaalseks. Niisugunegi substantsiaalsus pälvis aga Berkeley kritika.

“Niisiis on ilmselt kasutu pidada raskust või jõudu liikumise printsiibiks. ... Ja ma ei pea ütlema, et tundmatut toimivat põhjust oleks õigem nimetada substantisiks kui omaduseks,” kirjutas Berkeley. (DM 6) Joonealuses märgib ta, et printsiibi pähe esitatakse ülima selgituse või algpõhjuseks “metafoore või õigupoolest tühisõnu”, kui liikumise päristiseks põhjuseks arvatakse olevat “kehaline vägi või jõud”, ehk siis gravitatsioon. Niisugused metafoorid üksnes eksitavat füüsikuid.

Sama substantsiaalse printsiibi olematust toonitab Berkeley ka 22. lõigus: “Kõik see, mida me teame, millele oleme andnud nimeks “keha”, ei sisalda eneses midagi, mis võiks olla liikumise printsiip või toimiv põhjus; sest läbitungimatus, ulatus ja kuju ei hõlma ega tähista ühtki liikumist tekitavat väge.” Kõik kehade omadused on tema arvates “tegelikult passiivsed ning neis pole midagi aktiivset, mida võiks milgi viisil pidada liikumise allikaks ja printsiibiks.” Fraser (Berkeley 1901) võrdleb seda kirjakohta ka “Printsiipide” lõikudega 65–66, kus tajutavate ideede (ehk siis materiaalse maailma) põhiprintsiibiks peetakse passiivsust.

Liikumise edasikandumise põhjuse üle arutledes leiab Berkeley, et ehkki enamiku inimeste arvates on keha liikumise põhjuseks liigutatavale kehale avalduv

jõud, "ei määra nad teadaolevat liikumise põhjust ning eelnenud arutlusest on selge, et see peab seisma eraldi kehast ja liikumisest." Ja ikkagi "Newton ütleb, et mõjutav jõud seisneb üksnes mõjus ja on kehale selle seisundi muutmiseks avaldatud mõju ning see ei jää püsima pärast mõju lõppu. " (DM 67; siinkohal viitab Berkeley "Principia" 4. definitsioonile.)

Jõu kui aktiivse printsiibi või substantsi küsimus on, nagu eespool juba osutatud, seotud ka mateeria aktiivsuse probleemiga, mis selle tõlgendamist juba kaasaegsete silmis komplitseeris: Mõne kommentaatori hinnangul tähendab Newtoni jõumõiste, et tema mateeria on aktiivne, mõne arvates jääb see aga siiski passiivseks ja initsiatiiv on Jumalal. (Vt Parigi 2010b, Airaksinen 2010 jt, samuti Vihalemm 1981: 65–67.)

Newtoni fenomenalistlik jõududeteooria kestis elektri- ja magnetvälja avastamiseni, kuid väljakontseptsiooni muutudes ilmnes sama probleematika kohati sealgi. Nii näiteks on Faraday väli reaalsete jõujoonte kogum. (Maxwell 1875a) Kuznetsovi sõnutsi pole jõud enam pelgalt substantsi moodus, vaid hilisemates teooriates tekkis sellele füüsikaline sisu. (Kuznetsov 1988: 98)

Füüsikalise jõu huvitav ja Berkeley seisukohtadele mõnevõrra sarnanev filosoofiline iseloomustus on James Challisel, kes lähtub Newtoni "Optika" 28. küsimuses antud epistemoloogilisest printsiibist, mille kohaselt filosoofia ülesanne on "järeldada nähtustest põhjused, kuni jõuame esmase algpõhjuse, mis pole kindlasti mehhaaniline". Nii jõuame Challise arvates jõu mõistet sedaviisi analüüsides tahteni (*volition*), just nagu see, millest oleme teadlikud, rakendades oma jõudu (*power*).

Lühidalt, **isiksusest** [*personality*] ja **tahtest** [*will*] lahutatud jõud peab jääma meile igavesti mõistetamatuks, kuna see oleks vastuolus meie teadvusega. Väärrib ka märkimist, et füüsilise jõu põhimisim mõiste, millele on eelnev argument suunatud, on analoogne ideele, mis, nagu eespool öeldud, meil on aja, ruumi ja eetri ulatuvuse suhtes *ad libitum*; analoogia, mis paistab näitavat, et kõik need entiteedid eksisteerivad neile eelneva **tahte** varal. (Challis 1869: 681)

Berkeleyle vastandudes järeldab Challis siiski, et meie tajud on Looja tahtel subjektiivsed. (*ibid.*: 682)

## 4. Berkeley gravitatsioonikriitika eripärast ja metafüüsilisest fundeeritusest

Järgnevalt käsitlen lühidalt Berkeley gravitatsioonikriitika eripära ning metafüüsilise põhistatuse probleemi. Püüan vastata järgmistele küsimustele:

- 1) Mis on Berkeley Newtoni-kriitikas teiste autorite omast erinevat — või kas ongi?
- 2) Milline on Berkeley gravitatsioonikriitika seos tema idealistliku metafüüsikaga ja milles see ilmneb?
- 3) Kas Berkeley oli instrumentalist ja kas sel küsimusel on mõte?

\*\*\*

4.1. Mis on Berkeley kriitikas niisugust, mida teistel ei ole? Või on kõik tema argumendid samad kui teistel?

Kui eespool esitatud argumentide analüüs lühidalt summeerida, siis avaneb järgnev pilt. Newtoni ja laiemalt mehhanitsismi terminoloogilise hägususe kriitikas polnud Berkeley kahtlemata üksi, tema suhtumist — ehkki teistsugustelt metafüüsilistelt positsioonidel jagas ka näiteks Leibniz. Toetuse tänapäeva teadusfilosoofia ja -ajaloo seisukohalt võttis kokku eelviidatud Hanson (1970: 16). Sama metodoloogiline printsiip on kasutusel tänapäevani.

Fiktiivsete füüsikaliste või matemaatiliste entiteetide kriitika on taas teadusloos läbiv teema. Valdavalt pole seda rakendatud küll konkreetselt raskusjõule, ent analoogseid argumente on pruukinud Leibniz, Hobbes ja mitmed teisedki.

Varjatud omaduste kriitika, nagu nägime Tartu-Pärnu ülikooliga seoses, oli levinud üle kogu Euroopa, nimepidi võib kriitikuist esile tõsta näiteks Huygensi. Tõsi, nende esinemist on tagantjärele hinnatud erinevalt ning teatud mõttes on nad kasutusele jäänudki, kuid see kinnitab vaid Berkeley õigsust veendumuses, et

Newton nad tõepoolest mehhanitsistlikku natuurfilosoofiasse tõi.

Jõu kui substantsi probleemi tõstatasid Berkeley kõrval näiteks Hutchinson ja taas kord Leibniz, ent oluline oli see eelkõige Berkeley lähemate kaasaegsete jaoks ning eelkõige mateeria aktiivsuse kontekstis, mis võis olla teoloogiliselt lubamatu. Enamiku hilisemate kriitikute jaoks see enam tähtis probleem ei olnud.

Niisiis tuleb nentida, et Berkeley jagas oma argumente niihästi kaasaegsete natuurfilosoofidega kui ka hilisemate Newtoni-kriitikutega. Siin peab küll ka märkima, et see hinnang sõltub suuresti sellest, kuidas Berkeley argumentatsiooni liigitada ja liigendada, kuna otseselt gravitatsiooni kohta käivaid väiteid ta oma teoses eraldi ei süstematiseerinud.

4.2. Milline on Berkeley gravitatsioonikriitika seos tema metafüüsikaga? Tema silmis oli see olemas, aga kas see ka tegelikult ilmneb? Või jõudis ta isemoodi alusel välja samasse kui kõik teisedki? Kas see on kaudne illustratsioon Hesseni soovitusel mitte pöörata liigset tähelepanu füüsikute filosoofilistele väljaütlemistele?

Ehkki Berkeley põhiargumendid Newtoni gravitatsioonikujutuse vastu ei ole ainulaadsed ning ta jagab neid veel mitmete Newtoni-kriitikutega, juurduvad need suures osas siiski tema algupärasele metafüüsikale.

Selge vahetegemine oleva ja olematu, reaalse ja fiktiivse vahel on üks Berkeley olemisõpetuse metodoloogilisi alustugesid. Seepärast, ehkki esmapilgul võib tema rangus fiktiivsete jõudude vahel näida puhtprotseduraalne, on see siiski sügavalt baakililik, samamoodi kui soovimatus aktsepteerida absoluutset ruumi — tema filosoofias ei ole vajadust ega alust postuleerida muud lõpmatuid entiteete peale Jumala. “De motus” ta küll oma süsteemi põhjalikult ei tutvusta, kuid esitatu on üldjoontes kooskõlas teiste teostega, kus Berkeley oma vaateid esitleb (üksikasjalik võrdlev analüüs oleks küll põnev, kuid mitte siin).

Samavõrd olemuslik on Berkeley vastuseis jõu substantsialiseerimisele. Kuna njutoniaanlik jõud ei oleks essentsialistliku tõlgenduse korral ei materiaalne keha ega kehatu vaim, vaid ebamäärane olemusetu, ent ometigi aktiivne alge, on ilmne, et jõuessentsialism Berkeley filosoofia põhimõtetega ei ühildu. Berkeley olemisloogika on suurel määral kahevalentne: mis on, peab olema kas vaim või idee. Tema eri

teoste lõikes üle aastakümnete võib esineda entiteete, mille asend selles jaotuses jääb vähemalt mõnele lugejale ebaselgeks — ehk markantseim näide on “Sirises” kirjeldatud tulevaim, kuid igal juhul ei luba ta entiteete, mis jääksid sellest valikust väljapoole.

Kahjuks jääb õhku ka küsimus, kuhu asetub Berkeley gravitatsioonitõlgendus “De motus” võrdluses tõlgendustega teistes Berkeley teostes — kas näiteks “Sirise” tule- või maailmavaimuga süsteemis on gravitatsioon kuidagi teistsugune? Laiemalt küsides: kas “De motu” mehhanitsismitõlgendus on Berkeley teiste teoste kõrval eripärane? Selleks oleks aga vaja samas mahus analüüsi gravitatsioonist ja mehhanitsismist Berkeley kogu loomingus, mistõttu jääb filosoofiline uudishimu siinkohal rahuldamata.

#### 4.3. Põgusalt ka viimaste aastakümnete Berkeley-tõlgendusi läbivast instrumentalismi probleemist.

Põhimõtteliselt võib instrumentalismiküsimuse kokku võtta järgnevalt: kas Berkeley väitis, et Newtoni mehhaanikaseadused on mitte üksnes kasulikud, vaid ka tõesed, ja kas seega on Newtoni postuleeritud jõud reaalsed või fiktiivsed?

Kahjuks ei saa siinkohal täielikult unustada ka Popperit, kes kogu selle instrumentalistika algatas. Popperi tegelik lähtekoht on muidugi eelkõige ideoloogiline, sigitades instrumentalismiidee soovist vastandada klerikaalseid pimedusejüngreid ja kahetsusväärset eksitusse sattunud 19.-20. sajandi füüsikuid vaimuvalguse õlilampidele nagu Galilei, Newton ja Einstein, ent tema *causa agens*’il ei tohi lasta end segada, kuna sisuline tähtsus on vaid Popper instrumendil ning tema ideoloogilise rahmeldamisega kampa lüüa oleks intellektuaalselt viljatu tegevus. Vaatleme seda järgnevas ehk mitte esmase, kuid see-eest kontekstuaalselt ülevaatliku artikli “Kolm vaadet inimteadmisele” põhjal. (Popper 1965)

Popper ise võtab vastanduse kokku järgnevalt: “Instrumentalistide vaade kinnitab, et teooriad pole midagi muud kui instrumendid, samas kui galileilaste vaade on, et need on mitte üksnes instrumendid, vaid ka — ja ennekõike — maailma või selle teatud aspektide kirjeldused.” Seepärast ei toetaks isegi tõendus, et teooriad tõepoolest ongi instrumendid (kui säherdune tõestus üldse võimalik oleks), kumbagi osapoolt, kuna instrumentaalsuses on mõlemad ühel nõul.

Popper, kes mujalgi armastas kujutada ennast tsivilisatsiooni heroilise kaitsjana, väidab end siingi kaitsvat lääne tsivilisatsioonile üliolulist ratsionalistlikku traditsiooni, mis on tema silmis tähtis eelkõige seepärast, et ületab igapäevakogemuse piirid ning loob selle selgitamiseks uusi müüte, konjektuure või teooriaid. (Igapäevakogemuse edukas seletamine ei ole küll Berkeley järgi mingi põhjus uskuda, et seletuse käigus postuleeritu mingit “reaalset” eksistentsi omaks, kuid see Popperit ei häiri.) Need teooriad oleks Popperi sõnul tähtsad isegi pelgalt fantaasiaharjutustena, ent nad on enam, kuna me selgitame nende abil igapäevakogemuses esinevaid regulaarsusi ning seega annavad tõendust meie intellektuaalsest maailmavallutusest. Instrumentalistid aga uskuvat tema väitel, et maailm on just selline, nagu näib olevat, ning teadusteooriad on seletus- ja kirjeldusjõuta instrumendid. Ainus mööndus, mis Popper instrumentalismile teeb, on ühine võitlus aristotelliku essentsialismi vastu, mis tema kirjeldust mööda eeldab, et teadus suudab saavutada teadmisi asjade tõelise olemuse kohta.

Popper võrdleb neid kolme vaadet inimteadmistele Newtoni gravitatsiooniteooria näitel: essentsialistliku interpretatsiooni kujundas tema sõnul entusiastlik Roger Cotes ja ehkki Newton ise oli samuti essentsialist, hoiatas ta vähemalt sõnades gravitatsiooni essentsialistliku tõlgenduse eest (mille olevat süüdi tema kartesiaanlik koolitus).

Juba siit nähtub, et Newtoni jõudude reaalsuse või üldse loomuse küsimus iseenesest ei ole triviaalne. Nii osutab näiteks Buchdahl (1970: 75) Newtoni jõukirjelduste metodoloogilisele kompleksusele ja muutustele tema hoiakuis, mis tulenevat osalt teooria sisemistest raskustest, osalt aga vajadusest reageerida rünnakutele. Buchdahl eristab gravitatsiooniseadust raskusjõust, mida seadus kirjeldab: seadus on fenomenidest tuletatud ja seejärel induktiivselt üldistatud, jõu olemus üldise või partikulaarsena seevastu jääb mõnevõrra lahtiseks. Veel probleemsemana kirjeldab Buchdahl aga gravitatsiooni olemust, iseloomustades paradoksaalsena olukorda, kus valitses üldine usk seaduse tõesusse koos murega selle pärast, mida selle koostismõisted tähendada võiksid. (*ibid.*, 76–77) Ka Newton ise teatab “Printsiipides”, et kavatseb kirjeldada jõude vaid matemaatiliselt, mitte füüsikaliselt, mistõttu Buchdale iseloomustab tema positsiooni “formalistliku” ja hoiakut jõu mõiste interpreteerimise suhtes “agnostitsismina”. (*ibid.*, 80) Säherdust pilti vaadates jääb mulje, justkui polnukski Newtonil ja Berkeleyl millegi üle vaielda.

Ning tõepoolest, nagu eespool osutatud, oli Newton oma avalikes väljaütlemistes oma teooriate metafüüsiliste aluste teemal märksa vaoshoitum kui ta innukad jüngrid. Newtoni instrumentalismikalduvust kirjeldab ka Westfall (1978: 158): "Nii oli jõu mõiste Newtoni jaoks tarvilik, et kirjeldada fenomene mehhaanika termineis. Selle kehtivus põhines selle kasulikkusel demonstratsioonides, mitte hüpoteesidel, mis võinuks selgitada selle päritolu."

Teisalt — ja mõneti analoogselt — tunnistab Brook, et Berkeley arusaama Newtoni jõududest ei ole lihtne tõlgendada. DM 36 viitab liikumisseaduste mõistmisele empiirikana, mispuhul peaks need olema eelkõige kogemuse üldistused, mis vastupidiselt Berkeley "De motus" avaldatud intentsioonile ei taandu oma mõjudele ning on lõpuks mitte matemaatilised hüpoteesid, vaid tegev põhjused. (Brook 1973: 121; Jakapi 1999: 1475–76). Tõepoolest tuleb nentida, et Berkeley väljendused selles küsimuses ei ole üheselt ilmsed, just nagu polekski ta oma traktaati kirjutades mõelnud tuhandetele lugejatele, kes otsivad tekstist vastust just neid põletavale instrumentalismiprobleemile

Instrumentalism, nagu Popper seda kujutab, eristab 1) essentsiaalset reaalsust; 2) vaadeldavaid fenomene; 3) deskriptiivset keelt või sümboolset representatsiooni. Keel ja reaalsus omavahel ei suhtle ning teadusteooria saab vaid suhestada omavahel fenomenide kirjeldusi; külgetõmbejõude reaalses maailmas ei eksisteeri.

Berkeley tugevaim argument instrumentalismi kasuks rajanevat tema nominalistlikul keelefilosoofial: kuna jälgida saab vaid liikumisi, mitte nende varjatud põhjuseid, siis on väljend "külgetõmbejõud" osutusetu — see ei kirjelda ega informeer. Dispositsioonilised väited, mille hulka kuuluvad teaduslikud loodusseadused, ei omanda tähendust, lubades meil praktilisi tööku omavahel suhestada või neist järeldust teha; nad üritavad minna kaugemale ning seetõttu kukuvad üle tähendusliku maailma serva alla. Kuid ka dispositsioonilised väljendid on kirjeldused, need vaid rakenduvad potentsiaalsetele situatsioonidele, mistõttu võitlus Galileo ja kiriku vahel on pseudoprobleem. Kokkuvõttes olevat instrumentalism väide, et kõik teadusteooriad olevat pelgalt arvutus- või järeldusreeglid ning kuna "puhast" teadust pole olemas, on kogu teadus "rakendusteadus".

Popperi kirjeldus on kahtlemata väga kena ja pakub kindlasti tuhandetele

hingekosutust, kuid sel on säherdune pisikene viga, et see erineb oluliselt Berkeley enda kirjeldatust. Kuna Berkeley fundamentaalontoloogias polegi olemas midagi muud peale vaimude ja ideede, siis pole meil episteemilisest vaatepunktist ligipääsu millelegi muule peale ideede ehk fenomenide — sest mingit muud polegi olemas. Essentsiaalse reaalsuse, mis hõljub kusagil meile tajutava pealispinna taga nagu tont pimeduses, kellest saab aimu vaid katkendliku ahelakõlina järgi, manavad fenomenide taustale materialistid nagu Popper. Berkeley maailmakirjelduses niisugust nähtust ei ole ning puudub igasugune tarvidus seda postuleerida. Popper on konstrueerinud endale õlest Berkeley ning ründab seda suure eduga, tegeliku teksti tõlgendamisel pole sest paraku suuremat abi. Õnneks on Popperi rajatud instrumentaalansambli hilisemad osalejad nagu Downing vähem ideoloogilised ja huvituvad märksa rohkem originaalist.

Moked pühendab Popperile oma raamatus Berkeley korpuskulaarfilosoofiast eraldi lisa pealkirjaga “Did Popper Misunderstand Berkeley?” (Moked 1988: 157–167) Mokedi vastus on mõistagi jaatav (muidu olekski lugejad üsna üllatunud), ehkki ta piirab enda vaate kehtivuse korpuskularismiga. Peamiselt keskenduvad mõlemad “Sirisele”, kuid Mokedi argumentatsioonist käib läbi ka “De motu”, mida ta peab instrumentalismi poole kalduvaks nagu “Printsiipegi”. Ent Moked viitab ka Buchdahli demonstratsioonile, et “Printsiipides” ei toeta Berkeley siiski korpuskulaarinstrumentalismi, ning peab võimalikuks lükata Popperi instrumentalismiteooria korpusklitest eemale, jättes selle üldisema kehtivuse lahtiseks. Sarnaselt võiks läheneda ka küsimusele gravitatsiooni instrumentaalsuse kohta “De motus”: piirduda gravitatsiooni ja “De motuga” ning jätta instrumentalismizombi lõpliku mahamaterdamise ja matmise edaspidiseks meelelahutuseks.

DM 4 ütleb meile, et pingutuse, väsimuse ja ebamugavuse, langevate kehade kiireneva liikumise jt nähtuste põhjusest või printsiipi nimetatakse raskuseks. Langemise põhjus jääb aga meile teadmata ning seega on raskus mitte tajutav, vaid varjatud omadus — seda saab postuleerida, kuid see ei ole millegi selgitus (mitte rohkem kui juhul, kui paneksime talle nimeks “šnabilibumm” ning kasutaksime edaspidi selgitust “Aga see on ju šnabilibumm!”) ega saa ka midagi teha või mõjutada, kuna ükski omadus ei tee midagi (kui keha on ümmargune või sinine, ega siis tema ümarus või sinisus midagi tee või mõjuta, omadused on pelgalt kirjeldused



ja vastavad küsimusele “milline?”, mitte “miks?”). DM 5 toob sama näite natuurfilosoofiast, kus millelegi tundmatule pannakse nimi “jõud” ning siis arvatakse, et kõik ongi uue nime abil ära seletatud. “Jõud” ise niimoodi kirjeldatuna on aga endiselt varjatud omadus. Varjule jäävana (DM 6) ei saa raskus ega jõud olla ka liikumise printsiibid, sest nad ei seleta midagi, nad on vaid uued nimed millelegi, mida me ei näe. Tundmatu toimiv põhjus peaks aga olema mitte omadus, vaid substantis.

DM 7 jõuab otsaga keelefilosoofiasse ja semiootikasse, selgitades, et abstraktsed terminid on tarvilikud lühendamiseks ja õpetamiseks, muutes väited universaalseteks. Metafüüsilised abstraktsioonid aga, nagu näitab DM 8, veenavad meid uskuma, et räägime millestki konkreetsest ja tuntust, kui tegelikult ujuvad me mõistuses ringi vaid ähmapilvekese, mille täpses sisus me iseendagagi kokkuleppele ei jõua. Järgnevas (DM 10–13) kirjeldab Berkeley pikemalt, kuidas “jõududest” saadakse aimu vaid nende mõju kaudu, sisu aga jääb endiselt sama ähmaseks kui enne “jõust” rääkima hakkamist.

Ning 17. salmis ütleb Berkeley otsesõnu: “Jõud, raskus, külgetõmme ja teised sedasorti terminid on kasulikud põhjendustes ja arutlustes liikumise ja liikuvate kehade kohta, kuid mitte mõistmaks liikumise enda lihtsat loomust või nii paljude eri omaduste märkimiseks. Mis puutub külgetõmbesse, siis selle võttis Newton kasutusele selgelt mitte tõelise füüsikalise omaduse, vaid üksnes matemaatilise hüpoteesina. Tõepoolest tunnistab ka Leibniz, eristades elementaarset pingutust või ahvatlust impetist, et neid entiteete looduses tegelikult ei leidu, vaid need tuleb luua abstraherimise abil.” Raskus aga on vaid “tajutav mõju”. (DM 22)

Niisiis, kui tahame otsida natuurfilosoofiast instrumentaliste, peame kõigepealt pöörduma Newtoni ja Leibnizi poole. Berkeley, vähemalt tema enda vaatenurgast lähtuvalt, üksnes kutsub neid järjekindlusele. Nagu nähtub rõhutusest, et külgetõmbe võttis Newton kasutusele “mitte tõelise füüsikalise omadusena”, siis tihkaksin mina sest järeldada (ehkki möönan ka teiste tõlgenduste võimalikkust), et kuskil on ka “tõelised füüsikalised omadused”, ainult külgetõmme nende hulka ei kuulu.

Mida tähendaks “tõeline füüsikaline omadus” antud kontekstis, kui me teame Berkeley generaaltoloogiat, ent ta ise seda antud tekstis väga põhjalikult ei eksplitseeri, on muidugi omaette küsimus. Ilmselt võiks seda tõlgendada tema

maailmakirjelduses olemasoleva piires ehk siis ikkagi meie tajudes eksisteeriva ehk väljenduva omadusena — eksisteerivast kaugemale minek kaotaks ju taas mõtte.

Üldistava kokkuvõtte leiame salmides 66 ja 67: matemaatilised hüpoteesid ei käi asjade loomuse kohta (aga siin ei öelda, et see välistaks “tõelisi füüsikalisi omadusi” puudutavad reeglid), abstraktsioonidest hoidudes ja liikumist tajutavaks pidades jäävad “mehhaanilise filosoofia kuulsad teoreemid” aga puutumatuks. Kuna eri kirjeldustele vaatamata jõuavad suurmehed välja tõeni, mis paistab seisnevat usus, et “kehadele omistatavad jõud on matemaatilised hüpoteesid”, mil pole “asjade loomuses püsivat olemust” ning mida saab kirjeldada mitmeti, kuid ühtviisi tõeselt.

Sellest on ilmne, et tõde on matemaatiliste hüpoteeside kirjeldustes siiski olemas, kuid ilmselt ei toeta Berkeley matemaatikute seas vahavat matemaatilist platonismi. Kuigi tsiteeritud kirjakohtas käib jutt sõna-sõnalt matemaatikast, ei jää siit kaugemale ka Vihalemma praktiline realism, kus teaduslikke kirjeldusi peetakse teooria vahendatud spetsiifiliseks maailmamudeleiks, mille vahendatust tuleb meeles pidada ja arvestada, kuid mis sellele vaatamata on siiski reaalsusega seotud. Berkeleyt praktiliseks realistiks pidada oleks küll kahtlemata anakronistlik liialdus, nii nagu ka postuleeringut, et Popperi nüansimeel võinuks võimaldada ka Vihalemma kandmist häbiväärsete instrumentalistide nimekirja, ent teatud lähedust kõigi võimalike positsioonide kaardil võib sellegipoolest möönda. Nii võib ka järeldada, et ühest ja selget instrumentalismi “De motus” ei ilmne ning kuigi Berkeley gravitatsiooni mingis essentsialistlikus tähenduses reaalseks ei pea, on ta materialistidega võrreldes realist üldse üsna väheste asjade suhtes, nii et teatud instrumentaalsusilmingud on täiesti loomulikud.

Kahtlemata võiks Berkeley instrumentalismi teemal arutleda veel pikalt, jalutades selle popperiaanlikest lätetest üha kaugemale piki rada, mille äärde jäävad näiteks Brook 1973, Moked 1988, Downing 1995 ja 2005, Peterschmitt 2008, Hight 2010 ning Parigi 2010a ja b. Nii avaneks võimalus analüüsida instrumentalismimõiste muutumist baaklistikas, algpopperluse tõuse ja mõõnasid instrumentalismidispuudis ning eri Berkeley’de instrumentaalseid eripärasid (Downing-Berkeley, Peterschmitt-Berkeley, Hight-Berkeley, Parigi-Berkeley...) Siinkohal seda teha paraku ei jõua, sestap soovitan pigem lugeda kõiki neid tarku ja toredaid autoreid.

*Last but not least* võib küsida, kas kogu instrumentalismidispuudil on üldse

mõte või on tegemist anakronismiga, püüdega suruda sajandite eest surnud inimesele peale seisukohavõttu teemal, mida tema ajal polnudki? Ehk nagu kinnitamata andmeil küsinud kord eesti filosoofiaklassik: "Mida arvas Hegel Marxist?"

Berkeley ajal instrumentalismi mõistet ei kasutatud. Kõigi kirjanduses esinevate instrumentalismitõlgenduste läbivaatus siia ei mahu, kuid tuleb nentida, et kui Popperi kirjeldatud kontseptsiooni keegi tarvitaski, siis igatahes mitte Berkeley. Sellevõrra on instrumentalismiküsimus tõesti anakronistlik, ehkki instrumentalismi laiemalt mõteldes sellele enam nii ühest ja lihtsat "ei või jaa"-vastust ei jää. Üldjoontes võib nentida, et Berkeley "De motus" esitatud hoiakutes tõepoolest teatud instrumentaalne või nominaalne suhtumine jõududesse ja mehhaanika kirjeldatavatesse loodusseadustesse esineb. Ent kas instrumendilisused moodustavad mingi terviku, mida võiks pidada mingis tähenduses -ismiks, on pigem kaheldav.

\*\*\*

Huvitavaid küsimusi jääb õhku veelgi. Nii näiteks võib Parigi põneva semiootilis-filosoofilise analüüsi põhjal (Parigi 2010b) küsida: kuidas valgustab Berkeley "De motus" esitatud kriitikat tema märgiteooria, mis muuhulgas kirjeldab ju autori arvates ka gravitatsiooni tegelikku toimimist?

Tõsi, oma selleaegseid märgiteoreetilisi vaateid Berkeley "De motus" oluliselt ei ava, piirdudes peamiselt metafooride hukkamõistuga (vt nt traktaadi nappi esinemust Winkleri artiklis Berkeley märgiõpetusest: Winkler 2005). Kuid tema varasemad seisukohad on üsna hästi tuntud ning vähemalt põgusalt vaatlusel ei teki kahtlust, justkui eraldaks "De motu"-aegset Berkeleyt neist mingi seni seletamatu veelahe.

## Kokkuvõte ja järeldused

Kahtlemata oleks liialt lihtsustatud lähenemine hinnata ajaloolistes diskussioonides esitatud seisukohti ja argumente pelgalt õige või valena. Kuid nagu eelnevast nähtub, võib George Berkeley “De motus” esitatud kriitikat Isaac Newtoni gravitatsioonikontseptsiooni suhtes pidada oluliseks mitte üksnes filosoofialoolise kurioosumina. Berkeley traktaadis postuleeritu väärrib tähelepanu mitmest aspektist: näitena ajastuomasest probleemipüstitusest, võimalusena valgustada mitmeid uusaegse teaduse arengus relevantseid kontseptsioone ja mõisteid, samuti tõendina temaatiliste probleemide püsivusest, mistõttu tasub ajaloolise kriitika juurde tagasi pöörduda ka tänapäeval harjumuspäraste ning esmapilgul või populaartõlgenduses ammugi küsitavuse sfäärist lahkunud teemade puhul.

Nii on raskusjõu kui Newtoni teooriast pärineva mõiste problemaatika jäänud üheks keskseks teemaks kogu uusaegse teaduse arenguloos. Gravitatsiooni küsimus on endiselt isegi sedavõrd intrigeeriv, et Meinard Kuhlmann toob selle näitena põhjenduseks, miks füüsika üldse filosoofiat vajab: “Mis kasu saab füüsika filosoofilistest arutlustest ontoloogia teemal? ... ontoloogilised arutlused võivad olla kasulikud heuristikana, kui teooria ei ole veel lõpetatud, nagu näiteks kvantväljateooria puhul tänu siiani saavutamata edule gravitatsiooni hõlmamisel teooriasse.” (Kuhlmann 2010: 186) Sellises olukorras ei kaota filosoofilised pärimised põhimiste kontseptsioonide aluse järele tähtsust ka sajandite vältel.

Ehkki Newtoni ja ka Berkeley ajal veel polnud neil selget vahet, võime tänapäeval eristada “De motus” esitatud kriitikas gravitatsioonikontseptsioonile füüsikalisi ja filosoofilisi argumente. Nagu eelnevast näha, on Berkeley füüsikalisi argumente tunnistanud füüsikud ise, kuna klassikalise füüsika arengu käigus on Newtoni algsed kontseptsioonid mitmes suhtes muutunud — ning seda ka Berkeley toodud vastuargumentide arvestamise suunas. Vahest ilmekaim näide on loobumine absoluutsest ajast ja ruumist, mis kujundas suure osa 20. sajandi füüsika palgest. Tänapäeval võib küll reliktiirguse fooni tõlgendada uue absoluutse taustsüsteemina, ent Berkeley argumentatsiooni relevanttsust see ei muuda. Pigem võib samas

suunas jätkates tõmmata paralleeli Berkeley soovitusel kirjeldada liikumisi mitte absoluutselt, vaid tähtede kui meie jaoks igas praktilises mõttes paigalpäisiva tausta suhtes (DM 64–65) — ka reliktkiirguse absoluutsus ei ulatu temast enesest kaugemale, absoluutsus ei tulene ruumi struktuurist, ruumi küljes ei ole joonlauda. Absoluutsus ja relatiivsus on kirjeldaja valikute küsimus.

Siin tuleb muidugi silmas pidada, et sarnaseid argumente — nagu jällegi eespool näha võis — esitasid njutoniaanluse leviku ja väljakujunemise aegse poleemika käigus paljud autorid ning Berkeley otsene mõju füüsikutele ei olnud tõenäoliselt kuigi suur. Osalt pärssis Berkeley retseptsiooni kindlasti tema ontoloogia, mis njutoniaanliku maailmapildi võidukäigu ajal igati mõistetavalt ei olnud kuigi populaarne, sest Newton ise oma teooriaid ontoloogiaga ei taganud ning seepärast keskendusid njutoniaanid natuurfilosoofia tänapäeva mõistes füüsikalisele küljele, mis võimaldaski hiljem teaduse ideoloogias enam-vähem sujuvat üleminekut materialismile; radikaalse idealismiga ei sobinud niisugune lähenemisviis aga kuidagi.

Kahtlemata on osa Berkeley kriitikast suunatud pigem njutoniaanluse kui konkreetset Isaac Newtoni vastu. Kui jälgida Berkeley kirjutiste tooni, on ilmne, et ta teadvustas seda üsna hästi; teisalt tegi ka Newton — ehkki muutes oma seisukohti natuurfilosoofia tänapäeva mõistes filosoofilise aspekti küsimustes korduvalt — avalikes kirjatöödes pidevalt reservatsioone, püüdes hoiduda andmast alust ennatlikeks või kaugeleulatuvateks järeldusteks. Et tema apoloogeetid ja järeltulijad seda sorti järeldusi sellest hoolimata tegid, tuleneb mitmekesistest põhjustest: entusiasmist, isiklikest filosoofilistest eeldustest ja eelistustest, Inglismaal ajapikku leevenenud ja mujal Euroopas Inglismaa omast erinenud usuvabaduse tõlgendustest jne. Autoriteetide algtekstides esitatud reservatsioonid lähevad populariseerimise ja refereerimise käigus ikka kaotsi.

Popperi hinnangul seisneb Berkeley suur ajalooline tähtsus protestis teaduse essentsialistliku interpretatsiooni vastu. Ehkki Newton ise oma teooriat essentsialistlikult ei tõlgendanud, sai see tõlgendus peagi pärast teda valitsevaks ning jäi troonile kuni Machini. Popperi kirjeldust mööda sisaldab see veendumust, et külgetõmbejõud asub kehas endis, kiirgab neist ning on proportsionaalne neis

sisalduva materia hulgaga. Berkeley ja Machi lähenemist nimetab Popper instrumentalistlikuks, püüdes ise leida kolmandat teed instrumentalismi ja essentsialismi vahel. (Popper 2002: 234–235) Võib öelda, et Berkeley sellesuunaline kriitika on kui mitte tingimata kehtiv, siis igatahes arvestatav ja tähelepanuväärne ka väljaspool konkreetsete loodusteaduslike probleemide või 18. sajandi alguse teadusfilosoofilise poleemika konteksti — sõltumata sellest, millisele seisukohale me Berkeley instrumentalismi suhtes jääme.

Mis puudutab Berkeley puhtfilosoofilisi või teadusmetodoloogilisi argumente nagu raskusjõu mõiste fiktiivsus, siis võib eelnenud peatükkides toodud ülevaatest järeldada, et tema kriitika oli põhiküsimustes tõsiseltvõetav ning filosoofiliselt fundeeritud. Sarnaseid küsimusi tõstatasid seoses gravitatsiooni natuurfilosoofilise põhjendamisega teised autorid omaaegses poleemikas, samuti on need kerkinud korduvalt esile hilisemas teadusloos. Sünkroonilisest ja diakroonilisest tõendusmaterjalist peaks piisama, et tunnistada Berkeley traktaadis esitatud argumentatsioon huvipakkuvaks ning seda edasistes käsitlustes lähemalt vaadelda.

Võimalike huviväärsete küsimustena võiks vaatluse alla võtta nii eelnevas töös välja toodud üksikargumendid kui ka ajaloolises teadusfilosoofias seni suhteliselt vähe valgustatud mõisted nagu varjatud omadused, mille tõlgenduste muutumise ning hilisemate analoogide analüüs võiks anda uusi sissevaateid ka laiematesse natuurfilosoofilistesse dispuutidesse. Samuti väärrib põhjalikumat käsitelu “De motu” tervikuna, et see asetuks selgemalt niihästi Berkeley teiste teoste kui ka laiemalt uusaegse teaduse sünniaja ideeajaloo taustale.

# Kirjandus

## Primaarallikad

### Berkeley

- "Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge" (1710). Available: <http://www.gutenberg.org/ebooks/4723>
- "Three Dialogues between Hylas and Philonous" (1713). Available: <http://www.gutenberg.org/ebooks/4724>
- Berkeley, George (1744). *Siris: A Chain of Philosophical Reflexions and Inquiries Concerning the Virtues of Tarwater, and divers other Subjects connected together and arising one from another*. Dublin, London: W. Innys et al., 2nd ed. Available: <https://books.google.ee/books?id=tf2G6mJxGXkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Berkeley, George (1803). *Alciphron, or The Minute Philosopher*. New Haven: Increase Cooke & Co. 1st American edition. Available: [https://books.google.ee/books?id=pGQVAAAAYAAJ&pg=PA334&source=gbs\\_toc\\_r&hl=en#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ee/books?id=pGQVAAAAYAAJ&pg=PA334&source=gbs_toc_r&hl=en#v=onepage&q&f=false)
- Berkeley, George (1901). *The Works of George Berkeley*. Ed. Alexander Campbell Fraser. Oxford: Clarendon Press. Available: Project Gutenberg <http://www.gutenberg.org/files/39746/39746-0.txt>
- Berkeley, George (1948–1957). *The Works of George Berkeley, Bishop of Cloyne*. Eds. A. A. Luce and T. E. Jessop. 9 vols. London; New York: Thomas Nelson and Son.
- Berkeley, George (1965). *Concerning Motion*. Transl. A. A. Luce. – *Berkeley's Philosophical Writings*, ed. David M. Armstrong. New York: Collier Books, 250–273. (Orig.: A. A. Luce & T. E. Jessop (eds.), *The Works of George Berkeley, Bishop of Cloyne*. 1951.)
- Berkeley, George (1969). *Schriften über die Grundlagen der Mathematik und Physik*. Übers. Wolfgang Breidert. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Беркли, Джордж (1978). *Сочинения*. Сост., общая редакция и вступительная статья И. С. Нарского. Москва: Мысль, 1978.
- Berkeley, George (1987). *Du mouvement ou Du principe et de la nature du mouvement et de la cause de la communication des mouvements*. Trad. par Dominique Berlioz-Letellier et Michelle Beyssade. – *Berkeley, Oeuvres* (ed. Geneviève Brykman), vol. 2, Paris: Presses Universitaires de France, 1987, 151–181.
- Berkeley, George (1988). O Ruchu. – Stefan Sarnowski, *Berkeley. Zdrowy rozsądek i idealizm*. Warszawa: Klub Otrycki Colloquia Communia, 1988. (Tõlge pärineb aastast 1915 anonüümselt tõlkijalt, kuid avaldati alles 1988.)

- Berkeley, George (1992). *De Motu and Analyst*. Ed. and transl. by Douglas M. Jesseph. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Berkeley, George (1993) *Philosophical Works*. Ed. Michael R. Ayers. London: Everyman. ("De Motu". Transl. A. A. Luce, 253–276).
- Berkeley, George (1997). Kolm dialoogi Hylase ja Philonouse vahel: skeptikute ja ateistide vastu. Tlk ja järelsõna kirjutanud Roomet Jakapi. *Akadeemia* 8: 1765–1789; 9: 1983–2013; 10: 2210–2237 ja 11: 2433–2461.
- Berkeley (2006). De motu [Sobre o movimento ou sobre o princípio, a natureza e a causa da comunicação dos movimentos]. Trad. Marcos Rodrigues da Silva. *Scientiae Studia* 4/1 (200603): 115–137, ISSN 1678-3166.  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662006000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662006000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
- Berkeley, George (2007). *Tři dialogy, O pohybu* (Three Dialogues between Hylas and Philonous, De motu). Přeložili Marek Tomeček a Jan Palkoska. Praha: OIKOYMENH. ISBN 978-80-7298-176-5.
- Berkeley, George (2009a). *Acerca del movimiento*. Traducción, introducción y notas de Ana Rioja Nieto. Madrid: Escolar y Mayo Editores S.L. (Hispaania-ladina paralleleditsioon.)  
[https://books.google.ee/books/about/Acerca\\_del\\_movimiento.html?id=EnwVcgAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.ee/books/about/Acerca_del_movimiento.html?id=EnwVcgAACAAJ&redir_esc=y)
- Berkeley, George (2009b). An Essay on Motion. Transl. Desmond Clarke. – George Berkeley, *Philosophical Writings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Berkeley, George (2009c). Sul movimento ovvero Il principio e la natura del moto, e la causa della comunicazione dei movimenti. Trad. Silvia Parigi. – George Berkeley, *Opere filosofiche*, Mondadori, 427–455.
- Berkeley, George (2010). "Sobre o movimento." Tradução, apresentação e notas Jaimir Conte. – George Berkeley, *Obras filosóficas*. São Paulo: Editora UNESP.  
<http://conte.paginas.ufsc.br/files/2014/03/George-Berkeley-Princ%C3%ADpios-1-33.pdf>

## Newton

- Newton, Isaac (1718). *Opticks: Or, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflexions and Colours of Light*. The Second Edition, with Additions. London: Royal Society. Available:  
<http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00051>)
- Newton, Isaac (1729). *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Transl. Andrew Motte. 2 vols. London: Benjamin Motte ("General Scholium":  
<http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00056>)
- Newton, Isaac (1934). *Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World*. Transl. Andrew Motte, rev. Florian Cajori. Berkeley: University of California Press.



- Newton, Isaac (1946). *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Transl. Andrew Motte, rev. Florian Cajori. 2. print. Berkeley: University of California Press.
- Newton, Isaac (1999). *The Principia: mathematical principles of natural philosophy*. Transl. I. Bernard Cohen and Anne Whitman, assisted by Julia Budenz. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Newton, Isaac (2004). *Philosophical Writings*. Ed. Andrew Janiak. Cambridge: Cambridge University Press.

## Sekundaarallikad

- Abstracts for the 2005 International Berkeley Conference at Tartu, Estonia. *Berkeley Newsletter* **16**, 6–15. Available: [http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL\\_016%20Complete.pdf](http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL_016%20Complete.pdf)
- Airaksinen, Timo (2010). Berkeley and Newton on Gravity in Siris. – Silvia Parigi (ed.) *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. (International Archives of the History of Ideas 201.) Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 87–106.
- Alexander, Amir (2014). *Infinitesimal: How a Dangerous Mathematical Theory Shaped the Modern World*. New York: Scientific American/Farrar, Straus & Giroux. Available: <https://books.google.ee/books?id=HwROAgAAQBAJ>
- Alexander, H. G. (1956). *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester: Manchester University Press.
- Anderson, Douglas R., Groff, Peter S. (1998). Peirce on Berkeley's Nominal Platonism. *American Catholic Philosophical Quarterly* **LXXII** 2: 165–177. Available: [https://www.academia.edu/276605/Peirce\\_on\\_Berkeleys\\_Nominalistic\\_Platonism](https://www.academia.edu/276605/Peirce_on_Berkeleys_Nominalistic_Platonism)
- Armstrong, Robert L. (1969). Berkeley's Theory of Signification. *Journal of the History of Philosophy* **7:2**, April. Available: [https://muse.jhu.edu/login?auth=0&type=summary&url=/journals/journal\\_of\\_the\\_history\\_of\\_philosophy/v007/7.2armstrong.pdf](https://muse.jhu.edu/login?auth=0&type=summary&url=/journals/journal_of_the_history_of_philosophy/v007/7.2armstrong.pdf)
- Bardi, Jason (2006). *The Calculus Wars: Newton, Leibniz, and the Greatest Mathematical Clash of All Time*. London: High Stakes.
- Bauer, Alain (2007). *Isaac Newton's Freemasonry: The Alchemy of Science and Mysticism*. Inner Traditions / Bear & Co. <https://books.google.ee/books?id=inZnAwAAQBAJ>
- Belfrage, Bertil (2005). The Biased Presentation of George Berkeley's Works. – Abstracts for the 2005 International Berkeley Conference at Tartu, Estonia. *Berkeley Newsletter* **16**: 7. [http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL\\_016%20Complete.pdf](http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL_016%20Complete.pdf)
- Bergson, Henri (2007). *Aine ja mälu*. Tlk Margus Ott. Tartu: Ilmamaa, 2007.
- Berkovitz, Joseph (2007). Action at a Distance in Quantum Mechanics. – *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

<http://plato.stanford.edu/archives/win2008/entries/qm-action-distance/#ActDisCoExiN onSepHol>

- Berman, David (2000). *Berkeley*. Tlk Lauri Vahtre. (Suured filosoofid, nr 3). Tallinn: Varrak.
- Blackburn, Simon (2002). *Oxfordi filosoofialeksikon*. Tlk Märt Väljataga ja Bruno Mölder. Tallinn: Vagabund.
- Borelli, Giovanni Alfonso (1666). *Theoricae Mediceorum Planetarum ex Causis Physicis Deductae*. Firenze.  
[http://books.google.ee/books?id=YZk\\_AAAAcAAJ&pg=PT4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://books.google.ee/books?id=YZk_AAAAcAAJ&pg=PT4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Boscovich, Rogerius Josephus [Ruđer Josip Bošković] (1745). *De viribus vivis dissertatio*. Rooma: Venantius Monaldinus.  
<http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-20153>
- Boss, Valentin (1972). *Newton and Russia: The Early Influence, 1698–1796*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Bracken, Harry M. (1965). *The Early Reception of Berkeley's Immaterialism 1710–1733*. International Archives of the History of Ideas, **10**. Springer Netherlands. Available:  
[http://books.google.ee/books?id=qqR8ZL4VGmwC&printsec=frontcover&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://books.google.ee/books?id=qqR8ZL4VGmwC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Breidert, Wolfgang (1987). On the Early Reception of Berkeley in Germany. – *Essays on the philosophy of George Berkeley*. Ed. Ernest Sosa. (Synthese historical library; v. 29.) Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Breuninger, Scott (2010). *Recovering Bishop Berkeley: virtue and society in the Anglo-Irish context*. New York: Palgrave Macmillan.
- Brook, Richard J. (1973). *Berkeley's philosophy of science*. The Hague: Martinus Nijhoff.
- Brook, Richard (2003). Berkeley's theory of vision: Transparency and signification. *British Journal for the History of Philosophy* **11** (4): 691–699. Available:  
<http://philpapers.org/rec/BROBTO-2>
- Buchdahl (1970: 75). "Hypotheses fingo". – *The Methodological Heritage of Newton*. Ed. Robert E. Butts & John W. Davis. Oxford: University of Toronto Press, 14–33.
- Burt, Edwin A. (1925). *The metaphysical foundations of modern physical science*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.; New York: Harcourt, Brace & Co. Available: <https://archive.org/details/metaphysicalfoun00burtuoft>
- Böhrovski, Bernhard (1972). *George Berkeley*. Tlk Leo Laks. (Suuri mõtlejaid) Tallinn: Eesti Raamat.
- Carlip, S. (2000). Aberration and the Speed of Gravity. *Physics Letters A* **267** (2–3): 81–87.
- Carlip, S. (2004). Model-Dependence of Shapiro Time Delay and the "Speed of Gravity/Speed of Light" Controversy. *Classical and Quantum Gravity* **21**: 3803–3812.

- Casti, John L. (1992). *Paradigms Lost. Images of Man in the Mirror of Science*. London: Abacus Books.
- Challis, James (1869). *Notes of the Principles of Pure and Applied Calculation; and Applications of Mathematical Principles to Theories of the Physical Forces*. Cambridge: Deighton, Bell and Co.  
<https://archive.org/details/notesonprinciple00chalrich>
- Cohen, I. B. (1978). *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cohen, I. Bernard (1999). A Guide to Newton's *Principia*. – Isaac Newton. *The Principia: mathematical principles of natural philosophy*. Transl. I. Bernard Cohen and Anne Whitman, assisted by Julia Budenz. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1–370.
- Daniel, Stephen H. (2005). The Berkeley-Leibniz Relation. – Abstracts for the 2005 International Berkeley Conference at Tartu, Estonia. *Berkeley Newsletter* 16: 7.  
[http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL\\_016%20Complete.pdf](http://berkeleystudies.philosophy.fsu.edu/content/download/95882/978900/file/BNL_016%20Complete.pdf)
- Darwin, G. H. (1905). The Analogy Between Lesage's Theory of Gravitation and the Repulsion of Light. *Proceedings of the Royal Society* 76 (511): 387–410. Available: <https://archive.org/details/philtrans00302408>
- Darwin, G. H. (1916). Introduction to Dynamical Astronomy. – Darwin, G. H., Darwin, F., Brown, E. W., Stratton, F. J. M., & Jackson, J. *Scientific Papers: Supplementary volume, containing biographical memoirs by Sir Francis Darwin and Professor EW Brown, lectures on Hill's lunar theory, etc. Ed. by FJM Stratton... and J. Jackson*. (Vol. 5). University Press.
- Dmitrijev, I. S. (1999). *Неизвестный Ньютон: силуэт на фоне эпохи*. Санкт-Петербург: Алетейя.
- Dobbs, B. J. T. (1975). *The Foundations of Newton's Alchemy or, "The Hunting of the Greene Lyon"*. New York and London: Cambridge University Press; 1983. aasta trükk:  
<https://books.google.ee/books?id=wwc4AAAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=isbn:0521273811&hl=en&sa=X&ei=fH5jVbKLIYH5ywPMsYGIAG&ved=0CB8Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false>
- Dobbs, Betty Jo Teeter (1991). *The Janus faces of genius: The role of alchemy in Newton's thought*. Cambridge: Cambridge University Press.  
<http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam031/91008695.pdf>
- Downing, Lisa (1995). Siris and the Scope of Berkeley's Instrumentalism. *British Journal for the History of Philosophy* 3: 279–300.
- Downing, Lisa (2005) Berkeley's natural philosophy and philosophy of science. – K. P. Winkler (ed.) *The Cambridge Companion to Berkeley*. Cambridge: Cambridge University Press, 230–265.
- Downing, Lisa (2011). George Berkeley. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <http://plato.stanford.edu/entries/berkeley/>

- Elsa, H., Tering, A. (1982). Füüsika (Ptk "Matemaatilised teadused"). – *Tartu Ülikooli ajalugu 1632–1982*. 1. kd., 1632–1798. Koost. H. Piirimäe. Tallinn: Valgus, 217–222.
- Elzinga, Aant (1972) *On a research program in early modern physics*. Göteborg: Akademiförlaget.
- Engels, Friedrich (1954). *Anti-Dühring: Härra Eugen Dühringi poolt teaduses teostatud pööre*. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus. Anonüümne tõlge NLKP Keskkomitee Marxi-Engelsi-Lenini-Stalini Instituudi Eesti Filiaalilt.
- English, John C. (1999). John Hutchinson's Critique of Newtonian Heterodoxy. *Church History* **68**, 581–597.
- Erelt, Mati, Erelt, Tiiu, Ross, Kristiina (2007). L23. Neologismid, historismid ja arhaismid. – *Eesti keele käsiraamat*. Tallinn: Eesti Keele Instituut (3. trükk). <http://www.eki.ee/books/ekk09/index.php?id=514&p=6&p1=3>
- Euler, Leonhard (1773) *Briefe an eine deutsche Prinzessin*. Volume 1. Leipzig. <http://books.google.at/books?id=FaMAAAAAMAAJ&pg=PA1#PPA173.M1>
- Fara, Patricia (2002). *Newton: The Making of Genius*. New York: Columbia University Press.
- *Filosoofia* 2003. Filosoofia. *Sirp*, 10.10.2003. Kättesaadav: <http://www.sirp.ee/archive/2003/10.10.03/Sots/sots1-6.html>
- Flage, Daniel E. (s.a.) George Berkeley (1685—1753). *Internet Encyclopedia of Philosophy*.
- Fomalont, Ed; Kopeikin, Sergei (2003). The Measurement of the Light Deflection from Jupiter: Experimental Results. *The Astrophysical Journal* **598** (1): 704–711. Available: <http://iopscience.iop.org/0004-637X/598/1/704/>
- Foucault, Michel (2011). Mis on autor? – Michel Foucault. *Teadmine, võim, subjekt: Valik räägitust ja kirjutatust*. Tallinn: Varrak, 64–95.
- Friedenthal, Meelis (2016). Ramism ja metafüüsika Academia Gustavianas. – Piret Lotman (koost). *Konfessioon ja kirjakultuur. Confession and the Literary Culture*. Eesti Rahvusraamatukogu toimetised. Tallinn: Eesti Rahvusraamatukogu, 98–117.
- Fraser, Alexander Campbell (1901). Editor's Preface To *De Motu*. – *The Works of George Berkeley*. Ed. Alexander Campbell Fraser. Oxford: Clarendon Press. Available: <http://www.gutenberg.org/files/39746/39746-0.txt>
- Garber, Daniel (2012). Leibnizian Hylomorphism. – Gideon Manning (ed.) *Matter and Form in Early Modern Science and Philosophy*. Leiden, Boston: Brill, 225–243.
- Goethe, J. W. (1992). *Maxims and Reflections*. Penguin Books.
- Grabiner, Judith (1997). Was Newton's Calculus a Dead End? The Continental Influence of Maclaurin's Treatise of Fluxions. *The American Mathematical Monthly* (Mathematical Association of America) **104** (5): 393–410.
- Graham, Loren R. (1985). The Socio-political Roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the History of Science. *Social Studies of Science*, Vol. 15, London, Beverly Hills and New Delhi: SAGE, 705–722.

[https://www.princeton.edu/hos/events/past\\_events/2005-2006/workshop\\_publication\\_s/graham.pdf](https://www.princeton.edu/hos/events/past_events/2005-2006/workshop_publication_s/graham.pdf)

- Guerlac, Henry (1981). *Newton on the Continent*. Ithaca, London: Cornell University Press.
- Guicciardini, Niccolo (2013). The role of Musical Analogies in Newton's Optical and Cosmological Work. *Journal of the History of Ideas* 1, 45–67.
- Hanson, N. R. (1970). "Hypotheses fingo". – Robert E. Butts & John W. Davis (eds.) *The Methodological Heritage of Newton*. Ed. Oxford: University of Toronto Press, 14–33.
- Henry, John (1986). Occult qualities and the experimental philosophy: active principles in pre-Newtonian matter theory. *History of Science*, 24, 335–381.

Available:

<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1986HisSc..24..335H/0000335.000.html>

- Henry, John (2011). Gravity and *De gravitatione*: the development of Newton's ideas on action at a distance. *Studies in History and Philosophy of Science*, 42, 11–27.
- Herapath, John (1821). On the Causes, Laws and Phenomena of Heat, Gases, Gravitation. *Annals of Philosophy* (Paris) 9: 273–293.
- Hesse, Mary (1965). *Forces and Fields*. Totowa: Littlefield.
- Hessen, B. M. (1933) = Гессен Б. М. *Социально-экономические корни механики Ньютона*. М.-Л. <http://www.iht.ru/projects/sohist/books/hessen.pdf>
- Hight, Marc A. (2010). Berkeley's Metaphysical Instrumentalism. – Silvia Parigi (ed.) *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. International Archives of the History of Ideas 201. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2010, 15–29.
- Hutchison, Keith (1982). What Happened to Occult Qualities in the Scientific Revolution? *Isis* 73 (267): 233–253.
- Hutchinson, John (1756). *An Abstract from the Works of John Hutchinson, Esq: Being a Summary of His Discoveries of Philosophy and Divinity*. Dublin: Thomas Watson. Available: <https://books.google.ee/books?id=F6dCAQAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Jacob, Margaret C., Stewart, Larry (2004). *Practical Matter: Newton's Science in the Service of Industry and Empire, 1687–1851*. Cambridge (Massachusetts), London: Harvard University Press.
- Jakapi, Roomet (1998a). "Esse est percipi" (Berkeley väitest "Olemas olla tähendab tajutav olla" ja George Edward Moore'i kriitikast selle kohta artiklis "Idealismi kummutamine", 1903). *Studia philosophica* III (39): 7–13.
- Jakapi, Roomet (1998b). "Me liigutame oma jalgu ise": Berkeley või Malebranche? *Akadeemia* 12, 2589–2603.
- Jakapi, Roomet (1999). Berkeley vaated "Loodusfilosoofiale" ja nende tõlgendusi. *Akadeemia* 7, 1463–1478.
- Jakapi, Roomet (2002). Ayer, Berman, Berkeley ja emotiivne tähendus.



*Akadeemia* **11**, 2365–2386.

- Jakapi, Roomet (2005). "William Whiston, the Universal Deluge, and a Terrible Spectacle". *Folklore* **31**, 7–14. Available: <http://www.folklore.ee/folklore/vol31/jakapi.pdf>
- James, William (2005). *Pragmatism ja elu ideaalid*. Tlk Märt Väljataga. Tallinn: Vagabund.
- Janiak, Andrew (2004). Introduction. – Isaac Newton. *Philosophical Writings*. Ed. Andrew Janiak. Cambridge University Press, vii–xxxv.
- Jesseph, Douglas M. (1992). Editor's Introduction. – George Berkeley. "De Motu and Analyst". Ed. and transl. by Douglas M. Jesseph. Springer. Available: <https://books.google.ee/books?id=i43SBgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Jesseph, Douglas M. (1999). *Squaring the Circle: The War Between Hobbes and Wallis*. Chicago: University of Chicago Press. Available: [https://books.google.ee/books?id=sTzq\\_HOr9MgC](https://books.google.ee/books?id=sTzq_HOr9MgC)
- Jesseph, Douglas M. (2005a). Berkeley's philosophy of mathematics. – *The Cambridge Companion to Berkeley*. Cambridge: Cambridge University Press, 266–310.
- Jesseph, Douglas M. (2005b). Chapter 8. George Berkeley, The Analyst (1734). – Ivor Grattan-Guinness (Ed.) *Landmark Writings in Western Mathematics 1640-1940*. Amsterdam et al.: Elsevier, 121–130.
- Kard, P., Prüller, P. (1981). Füüsika Tartu ülikooli trükistes 1632–1710. – *Loodus- ja reaalteaduste arengust Tartu Ülikoolis. Tartu Ülikooli ajaloo küsimusi XI* (TRÜ ajaloo komisjoni ja ajaloo muuseumi materjalid). Tartu: Tartu Riiklik Ülikool, 17–25.
- Kard, P., Prüller, P. (1982) "Füüsika" (Ptk "Matemaatilised teadused"). – *Tartu Ülikooli ajalugu 1632–1982*. 1. kd., 1632–1798. Koost. H. Piirimäe. Tallinn: Valgus, 217–222.
- Kass, Asta (1983). Pahupidi puhkus. Tallinn: Eesti Raamat.
- Katz, Karin Usadi and Katz, Mikhail G. (2012). A Burgessian Critique of Nominalistic Tendencies in Contemporary Mathematics and its Historiography. *Foundations of Science* **17** (1): 51–89.
- Kearney, Hugh (1971). *Science and Change 1500–1700*. NY, Toronto: McGraw-Hill Book Company.
- Kedrov, Bonifatius (1962). *Kuidas õppida V. I. Lenini teost "Materialism ja empiriokrititsism"*. Tlk. J. Rebane. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus. (Algupärast: "Как изучать книгу В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм»" Москва: Государственное издательство политической литературы, 1961.)
- Keres, Harald (2009). Raskusjõu kaasaegse teooria põhimõtted. – H. Keres. *Ruum ja aeg*. Koost. ja tlk. Piret Kuusk (Eesti mõttelugu **89**). Tartu: Ilmamaa, 30–38.
- Keynes, J. M. (1951). *Essays in Biography*. London: Rupert Hart-Davis.
- Kobras AS (2013). *Liiklussõlmede sademete kogumise ja osalise puhastamise uuring*. Kd. II. Tallinn: Maanteeamet. Kättesaadav:

[http://www.mnt.ee/public/keskkonnakaitse/Liiklussolmede\\_sademevee\\_uuring\\_koide\\_2\\_Kobras\\_AS.pdf](http://www.mnt.ee/public/keskkonnakaitse/Liiklussolmede_sademevee_uuring_koide_2_Kobras_AS.pdf)

- Kochiras, H. (2009). Gravity and Newton's Substance Counting Problem. *Studies in History and Philosophy of Science* **40**(3): 267–280.
- Kochiras, H. (2011). Gravity's Cause and Substance Counting: Contextualizing the Problems. *Studies in History and Philosophy of Science* **42**(1): 167–184.
- Kochiras, Hylarie (2012). Newton on Matter and Space in De gravitatione et aequipondio fluidorum. – Seventh Quadrennial Fellows Conference of the Center for Philosophy of Science (12–14 June 2012; Mugla, Turkey). Available: <http://philsci-archive.pitt.edu/9227/>
- Kopeikin, S., Efroimsky, M., Kaplan, G. (2011). *Relativistic Celestial Mechanics in the Solar System*. Berlin: Wiley-VCH.
- Alexandre Koyre and I. Bernard Cohen. The Case of the Missing Tanquam: Leibniz, Newton & Clarke. *Isis* **52**/4 (Dec., 1961): 555–566.
- Kuhlmann, Meinard (2010). *The Ultimate Constituents of the Material World: In Search of an Ontology for Fundamental Physics*. Volume 37 of Philosophische Analyse. Ontos Verlag.
- Kuznetsov, Boriss (1988). *Newton*. Tlk Igor Gräzin. ("Suuri mõtlejaid"). Tallinn: Eesti Raamat.
- Lange, Marc (2002). *An Introduction to the Philosophy of Physics: Locality, Fields, Energy, and Mass*. Malden, Oxford, Victoria: Blackwell.
- Laplace, Pierre-Simon (1805/1966). *A Treatise in Celestial Mechanics*. Transl. N. Bowditch. Chelsea, New York.
- Le Verrier, U. (1859). Lettre de M. Le Verrier à M. Faye sur la théorie de Mercure et sur le mouvement du périhélie de cette planète" *C. R. Acad. Sci.* **49** (1859), 379–383. En ligne: <http://www.archive.org/stream/comptesrendusheb49acad#page/378/mode/2up>
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1989a). *Philosophical Essays*. Transl. Roger Ariew and Daniel Garber. Indianapolis & Cambridge: Hackett Publishing Company.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1989b). *Philosophical Papers and Letters*. Transl. and ed. Leroy E. Loemker. 2nd edition. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Lepajõe, Marju (2014). Milleks rahvuslikkusele tõlkimine? *Akadeemia* **9**: 1539–1549.
- Levy, David M. (2002). *How the Dismal Science Got Its Name: Classical Economics and the Ur-Text of Racial Politics*. University of Michigan Press. Available: <https://www.press.umich.edu/pdf/0472112198.pdf>
- Liiva, Taivo (2010). Jõud ja seadused: Ühe ajastu sünniloost Isaac Newtoni taktikepi all. *Akadeemia* **12**: 2115–2140.
- Liiva, Taivo (2011). Need müstilised inertsjõud. *Akadeemia* **11**: 1979–1994.
- Ljatker, Jakov (1995). *Descartes*. Tlk Andres Raudsepp. Tallinn: Olion.
- Lomonosow, M. (1970). On the Relation of the Amount of Material and

- Weight (1758). – Henry M. Leicester. *Mikhail Vasil'evich Lomonosov on the Corpuscular Theory*. Cambridge: Harvard University Press, 224–233.
- Lumiste, Ülo (1982). Matemaatika (Ptk “Matemaatilised teadused”). – *Tartu Ülikooli ajalugu 1632–1982*. 1. kd., 1632–1798. Koost. H. Piirimäe. Tallinn: Valgus, 211–217.
  - Lumiste, Ülo, Piirimäe, Helmut (1981). Sven Dimberg — Newtoni õpetuse varane propageerija Tartu Ülikoolis 1690. aastail. – *Loodus- ja reaalteaduste arengust Tartu Ülikoolis. Tartu Ülikooli ajaloo küsimusi XI (TRÜ ajaloo komisjoni ja ajaloo muuseumi materjalid)*. Tartu: Tartu Riiklik Ülikool, 1981, 26–53.
  - Lumiste, Ülo, Piirimäe, Helmut (2001). Newton's *Principia* in the curricula of the University of Tartu (Dorpat) in the early 1690s. – Rein Vihalemm (ed.) *Estonian studies in the history and philosophy of science*. (Boston studies in the history of science, 219). Dordrecht, Boston, London: Kluwer, 3–18.
  - Maglo, Koffi (2003). The Reception of Newton's Gravitational Theory by Huygens, Varignon, and Maupertuis: How Normal Science may be Revolutionary. *Perspectives on Science*, 11: 2, 135–169. Available: <http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/106361403322495876>
  - Markley, Robert (1993). *Fallen Languages. Crises of Representation in Newtonian England, 1660–1740*. Ithaca, London: Cornell University Press.
  - Maudlin, Tim (2015). Why Physics Needs Philosophy. *PBS: The Nature of Reality*, 23. April. Available: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/blogs/physics/2015/04/physics-needs-philosophy/>
  - Maxwell, James Clerk (1875a). Atom. – *Encyclopædia Britannica*. Ninth Edition. Vol. 3: 36–49. Available: [http://en.wikisource.org/wiki/Encyclop%C3%A6dia\\_Britannica,\\_Ninth\\_Edition/Atom](http://en.wikisource.org/wiki/Encyclop%C3%A6dia_Britannica,_Ninth_Edition/Atom)
  - Maxwell, James Clerk (1875b). Attraction. – *Encyclopædia Britannica*. Ninth Edition. Vol. 3: 63–65. Available: [https://en.wikisource.org/wiki/Encyclop%C3%A6dia\\_Britannica,\\_Ninth\\_Edition/Attraction](https://en.wikisource.org/wiki/Encyclop%C3%A6dia_Britannica,_Ninth_Edition/Attraction)
  - Merriam-Webster. Available: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/occult>
  - Merton, Robert K. (1973). Changing Foci of Interest in the Science and Technology. – Merton, Robert K. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 191–203. (Esmatrükk 1938.)
  - Messenger, Theodore (1982). Berkeley and Tymoczko on Mystery in Mathematics. – Colin Murray Turbayne (ed.) *Berkeley: critical and interpretative essays*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 83–92.
  - Millen, Ron (1985). The Manifestation of Occult Qualities in the Scientific Revolution. – Margaret J. Osler and Paul Lawrence (eds.) *Religion, Science, and Worldview: Essays in Honor of Richard S. Westfall*. Cambridge et al.: Cambridge University Press, 185–216.
  - Mitchell, W. J. T. (1996). Word and Image. – Robert Nelson and Richard



- Shiff. *Critical Terms for Art History*. University of Chicago Press, 51–61.  
<http://academic.reed.edu/art/courses/art332f09/PDF%20files/Mitchell.pdf>
- Moked, Gabriel (1988). *Particles and Ideas: Bishop Berkeley's Corpuscularian Philosophy*. Oxford: Clarendon Press.
  - Moore, James A. (1984). The Semiotic of Bishop Berkeley — A Prelude to Peirce? *Transactions of the Charles S. Peirce Society* **20**: 3 (Summer, 1984), 325–342. Available:  
[http://www.jstor.org/stable/40320055?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/40320055?seq=1#page_scan_tab_contents)
  - Mürsepp, Peeter (2012). Kas ilusa prioriteedi lõpp? *Sirp*, 14.09.  
<http://www.sirp.ee/s1-artiklid/c9-sotsiaalia/kas-ilusa-prioriteedi-lopp/>
  - Mürsepp, Peeter (2015). Mathematics and Technology at the University of Tartu. – Raffaele Pisano (ed.). *A Bridge Between Conceptual Frameworks: Sciences, Society and Technology Studies*. History of Mechanism and Machine Science, vol. 27. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 303–319.
  - Myhill, John (1957). Berkeley's De Motu — An Anticipation of Mach. *University of California Publications in Philosophy* **29**, 141–157.
  - Nickles, Thomas (2012). Some Puzzles about Kuhn's Exemplars. – Vasso Kindi, Theodore Arabatzi (eds). *Kuhn's The Structure of Scientific Revolutions Revisited*. New York: Routledge, 112–133. Available:  
<https://books.google.ee/books?id=kHw8zsaPjB0C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
  - O'Connor, John J.; Robertson, Edmund F. (2005). *David Gregory*. MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews. Available:  
[http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Gregory\\_David.html](http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Gregory_David.html)
  - Online Etymological Dictionary 2014. Available:  
[http://www.etymonline.com/index.php?allowed\\_in\\_frame=0&search=occultism&searchmode=none](http://www.etymonline.com/index.php?allowed_in_frame=0&search=occultism&searchmode=none)
  - Parigi, Silvia (2010a). Introduction: Berkeley's Philosophy Between the Analytics and the Historians: Beyond the "Standard Interpretation". – Silvia Parigi (ed.) *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. International Archives of the History of Ideas 201. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, ix–xix.
  - Parigi, Silvia (2010b) "Scire per causas" Versus "scire per signa": George Berkeley and Scientific Explanation in Siris. – Silvia Parigi (ed.) *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. International Archives of the History of Ideas 201. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 107–119.
  - Parkin, Jon (1999). *Science, Religion and Politics in Restoration England: Richard Cumberland's De Legibus Naturae*. Woodbridge: Boydell & Brewer  
<http://books.google.ee/books?id=H6hH2ZwudCMC>
  - Peetre, Jaak, Rodhe, Staffan (2005). Täiendusi Lumiste ja Piirimäe artiklile Sven Dimbergi kohta. *Akadeemia* **12**, 2729–2741.
  - Peterschmitt, Luc (2008). Can Berkeley Be an Instrumentalist? Towards a Reappraisal of Berkeley's Philosophy of Science. *Berkeley Studies* **19**: 19–31.

- Peterschmitt, Luc (2010). Berkeley and Chemistry in the *Siris*: The Rebuilding of a Non-existent Theory. – Silvia Parigi (ed.). *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. International Archives of the History of Ideas 201. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 73–85.
- Piir, Ivar (2013). *Füüsika ajalugu: õpik kõrgkoolidele*. Tartu: Ilmamaa.
- Poincaré, Henri (1908/1913). The New Mechanics. – H. Poincaré. The foundations of science (Science and Method). New York: Science Press, 486–522.  
[http://en.wikisource.org/wiki/The\\_New\\_Mechanics](http://en.wikisource.org/wiki/The_New_Mechanics)
- Popper, K. R. (1953). A note on Berkeley as precursor of Mach. *British Journal for the Philosophy of Science* 4 (13): 26–36.
- Popper, Karl (1965). Three Views Concerning Human Knowledge. – Karl Popper. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Chapter 3. London: Routledge, 97–119.
- Popper, Karl (1968). Berkeley's Anticipation of Mach and Einstein. – C. B. Martin & D. M. Armstrong (eds.). *Locke and Berkeley: A Collection of Critical Essays*. London: Macmillan, 436–449.
- Printz, Amanda Lewis (2007). *The Scope and Significance of George Berkeley's Language Model*. University of Southern California.  
<http://digitallibrary.usc.edu/cdm/ref/collection/p15799coll127/id/529849>
- Pritchard, Timothy (2012). Meaning, Signification, and Suggestion: Berkeley on General Words. *History of Philosophy Quarterly* 29/3: 301–317.  
[http://www.academia.edu/1829771/Meaning\\_Signification\\_and\\_Suggestion\\_Berkeley\\_on\\_General\\_Words](http://www.academia.edu/1829771/Meaning_Signification_and_Suggestion_Berkeley_on_General_Words)
- Riemann, Bernhard (1876). Neue mathematische Prinzipien der Naturphilosophie. – *Bernhard Riemann's gesammelte mathematische Werke und wissenschaftlicher Nachlass*. Leipzig: B.G.Teubner: 528–538.
- Rowlinson, J. S. (2002). *Cohesion: A Scientific History of Intermolecular Forces*. Cambridge: Cambridge University Press.  
[https://books.google.com/books?id=Apyi\\_FXKnSkC](https://books.google.com/books?id=Apyi_FXKnSkC)
- Russell, Bertrand (1996). *History of Western Philosophy*. London and New York: Routledge.
- Russell, Colin A. (1991). Reception of Newtonianism in Europe. – *The Rise of Scientific Europe 1500–1800*. Hodder Education, Chapter 10.
- Schmitt, Charles B. (1967). Experimental Evidence for and against a Void: The Sixteenth-Century Arguments. *Isis* 59: 3, 352–366.
- Schwartz, Claire (2010) Berkeley and His Contemporaries: The Question of Mathematical Formalism. – Silvia Parigi (ed.). *George Berkeley: Religion and Science in the Age of Enlightenment*. International Archives of the History of Ideas 201. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 43–56.
- Sepper, Dennis L. (2002). *Goethe contra Newton: Polemics and the project for a new science of color*. Cambridge et al.: Cambridge University Press. (Esmatrükk 1988.)
- Sismondo, Sergio (2008). *Sissejuhatus teaduse ja tehnika uuringutesse*. Tlk

Endla Lõhkivi. Tallinn: TTÜ kirjastus. (Orig.: An Introduction to Science and Technology Studies. Blackwell Publishing, 2004)

- Snobelen, Stephen D. (2005). Newton Reconsidered. Interviewed by Paul Newall. *The Galilean Library*. Available: [http://www.galilean-library.org/site/index.php/page/index.html/\\_/interviews/stephen-d-snobelen-newton-reconsidered-r39](http://www.galilean-library.org/site/index.php/page/index.html/_/interviews/stephen-d-snobelen-newton-reconsidered-r39))
- Storrie, Stefan Sean Gordon (2012). Berkeley's Apparent Cartesianism in *De Motu*. *Archiv für Geschichte der Philosophie*, Volume 94, Issue 3, October 2012, 353–366  
<http://www.degruyter.com/view/j/agph.2012.94.issue-3/agph-2012-0015/agph-2012-0015.xml?format=INT>
- Subbotin, Aleksandr (1980). *Francis Bacon*. Tlk Aino Lukas. Tallinn: Eesti Raamat.
- Suchting, W. A. (1967). Berkeley's Criticism of Newton on Space and Motion. *Isis* 58: 186–97.
- Swerdlow, Noel (1972). Aristotelian Planetary Theory in the Renaissance: Giovanni Battista Amico's homocentric spheres. *Journal for the History of Astronomy* 3: 36–48.
- Zenneck, Jonathan (1903). Gravitation. *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen* 5 (1): 25–67. Available: <http://adsabs.harvard.edu/full/1972jha.....3...36s>
- Zhu, Yin (2011). Measurement of the Speed of Gravity. *Chinese Physics Letters* 28: 7. Available: <http://arxiv.org/abs/1108.3761>
- Taylor, William Bower (1876). Kinetic Theories of Gravitation. – *Annual Report of the Board of Regents, Smithsonian Institution*, for the year 1876: 205–282. Available: [http://en.wikisource.org/wiki/Kinetic\\_Theories\\_of\\_Gravitation](http://en.wikisource.org/wiki/Kinetic_Theories_of_Gravitation)
- Torricelli, E. (1715). *Lezioni Accademiche*. Florencia: Jacopo Guiducci.
- Turbayne, Colin (1954). Berkeley and Russell on Space. *Dialectica* 8: 3 : 210–227.
- Trevor-Rope, Hugh (2010). *History and the Enlightenment*. New Haven, London: Yale University Press.
- Van Lunteren (2002). Nicolas Fatio de Duillier on the mechanical cause of Gravitation. – Edwards, M.R. *Pushing Gravity: New Perspectives on Le Sage's Theory of Gravitation*. Montreal: C. Roy Keys Inc., 41–59.
- Velbaum, Katrin (2006). Jumala vägi Newtoni füüsikas. – *Kuradi tark jumala looll*. Koost. Enn Kasak ja Anne Kull. Tallinn: Eesti Päevaleht, 141–181.
- Vihalemm, Rein (1981). *Ühe teaduse kujunemislugu*. Tallinn: Valgus.
- Vihalemm, Rein (1994). Teadusfilosoofia staatusest nüüdisajal ning selle eripärast ja perspektiividest Eestis. – Vihalemm, Rein (toim). *Teaduslugu ja nüüdisaeg IX: Teadusfilosoofia ja teadusmetodoloogia Eestis: olukord ja perspektiivid*. Tallinn: TTEÜ ja Tartu Ülikooli filosoofia osakond, 6–23.
- Vihalemm, Rein (2008). Keemiafilosoofia ja teaduse kuvand. – Ü. Kaevats (koost.) *Teadusfilosoofilisest vaatepunktist*. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus,

- Visser, Matt (2002). Sakharov's induced gravity: a modern perspective. *Modern Physics Letters A* 17: 977–992. Available: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0204062v1>
- Väljataga, Märt (2008). “Avatud eesti raamat” – vaheinventuuri katse. *Eesti Päevaleht*, 20. september. <http://epl.delfi.ee/news/kultuur/avatud-eesti-raamat-vaheinventuuri-katse?id=51142737>
- Weinberg, Steven (2003a). Sokal's Hoax. – S. Weinberg. *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries*. Cambridge, MA., London: Harvard University Press. Second print, 138–154.
- Weinberg, Steven (2003b). The Great Reduction: Physics in the Twentieth Century. – S. Weinberg. *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries*. Second print. Cambridge, MA., London: Harvard University Press, 210–229.
- Weinberg, Steven (2003c). Physics and History. – S. Weinberg. *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries*. Second print. Cambridge, MA., London: Harvard University Press. 123–137.
- Westfall, Richard S. (1973). *Science and religion in seventeenth-century England*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Westfall, Richard S. (1978). *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Westfall, Richard (1981). *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Westfall, Richard S. (2007). *Isaac Newton*. Oxford & New York
- Westfall, Richard S. (2009). *The construction of modern science: mechanisms and mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Westfall, Richard S. (2010) *Never at Rest*. Cambridge et al.: Cambridge University Press.
- Whiston, William (1717). *Astronomical Principles of Religion, Natural and Reveal'd*. London.
- White, Michael (1993). *Isaac Newton: The Last Sorcerer*. Basic Books.
- Whitrow (1953). Berkeley's Critique of the Newtonian Analysis of Motion. *Hermathena* 82: 90–112.
- Wilde, Eduard (1913). *Pisu-händ*. Tallinn: Joh. Felsberg & A. Tetermann. [http://kreutzwald.kirmus.ee/et/lisamaterjalid/ajatelje\\_materjalid?item\\_id=171&table=Books&book\\_id=171&action=booktext&html=1&hide\\_template=1](http://kreutzwald.kirmus.ee/et/lisamaterjalid/ajatelje_materjalid?item_id=171&table=Books&book_id=171&action=booktext&html=1&hide_template=1)
- Will, Clifford M. (2001). The confrontation between general relativity and experiment. *Living Rev. Relativity* 4: 4.
- Winkler, Kenneth P. (2005). Berkeley and the doctrine of signs. – Ed. Kenneth P. Winkler. *The Cambridge companion to Berkeley*. Cambridge: Cambridge University Press, 125–165.
- Wisdom, J. O. (1942). The Analyst Controversy: Berkeley as a Mathematician. *Hermathena* LIX: 111–128.
- Yarkovsky, I. O. (1888). *Hypothese cinetique de la Gravitation universelle et*

*connexion avec la formation des elements chimiques. Moscou.*

# On the Critique of Isaac Newton's Concept of Gravity, as Presented in George Berkeley's Treatise *De motu*.

## Summary

Current work analyzes the critical argumentation presented by George Berkeley in his essay *De Motu* towards the concept of gravity by Isaac Newton. In the wider historical context of different contemporary schools in natural philosophy, different diachronic themes and problematic issues in the concept of gravity as recognized by Newton himself, Berkeley's argumentation is analyzed and systematized as four arguments: terminological vagueness, use of fictional entities, explanation of phenomena by occult qualities, and the issue of force as a substance.

As we see, all these are found in many other authors of the era. From the modern point of view, some analogies to Berkeley's arguments have been used in modern physics, inducing and introducing new theories in cosmology, quantum physics, and theory of relativity. Evidently, Berkeley's argumentation is if not valid, then definitely deserving more attention and a more thorough analysis than it has received until now.

Throughout the work, several perspectives for further Berkeleian studies are noted. Concerning the question of instrumentalism, the author doubts its foundation as such in Berkeley's *De motu*, and queries, whether the whole theory might be anachronistic.

Analysis is accompanied by a partial translation of *De Motu* into Estonian.

# Lisad

## Lisa 1. “De motu” osaline tõlge

“De motu” gravitatsiooni käsitlevate ja antud töö seisukohalt oluliste kirjakohtade tõlge mõnede kommentaaridega. Tõlge põhineb peamiselt ladinakeelsel originaalil (Berkeley 1901) ja A. A. Luce'i inglise tõlkel (Berkeley 1993: 253–276), abivahendina on kasutatud teisi tõlkeid inglise ja muudesse keeltesse.

### **George Berkeley**

#### **Liikumisest ehk liikumise printsiibist ja loomusest ning liikumiste edasikandumise põhjusest**

*[De motu: Sive; de motu principio et natura, et de causa communicationis motuum]*

1. Tõde otsides on põhiline vältida eksitusi termineis *[voces]*, mida me halvasti mõistame\*: nõnda hoiatavad pea kõik filosoofid, kuid vähesed võtavad seda kuulda. Ent seda hoiatust järgida polegi nii raske, eriti füüsikas, kus valitsevad aru *[sensus]*, kogemus ja geomeetiline arutluslaad *[ratiocinium geometricum]*. Jättes niisiis võimalust mööda kõrvale kõik eelarvamused, juurdugu need keelekasutuses või filosoofilises autoriteedis *[tam a loquendi consuetudine quam a philosophorum auctoritate nato]*, pöörame oma pilgu asjade päristisele loomusele *[ipsa rerum natura]*. Sest kellegi autoriteet ei peaks olema nii kõrge, et anda tema sõnadele ja terminitele väärtus, ehkki nende taga pole midagi selget ja tõsikindlat *[nihil clari et certi]*.

\* “voces male intellectae.” Vt. “Traktaat inimteadmise printsiipides”, sissejuhatus, sect. 6, 23–25, keele väärkasutusest, eriti abstraktsioonidest. (Fraser, Berkeley 1901)

2. Arutelu liikumise üle huvitas muistseid filosoofe suuresti, sigitades arvukalt ülimalt keerukaid (et mitte ütelda absurdseid) arvamusi, mis on pea täielikult moest läinud ning, kuna need ei vääri pikemat arutelu, ei peaks meid kauaks kinni pidama. Kuid meie ajastu uuemate ja kainemate *[saniores]* mõtlejate töödes\*, kus liikumisega tegeldakse, kasutatakse ohtralt mõnevõrra abstraktse ja ähmase *[obscurae]* tähendusega *[significationis]* termineid nagu **raskuse ahvatlus** *[solicitatio gravitatis]*, **püüdlus** *[conatus]*, **surenud jõud** *[vires mortuae]* jne, mis muudavad hämaraks muidu vägagi õpetatud kirjutised ning sünnitavad arvamusi, mis lahknevad tõest ja inimeste tervest mõistusest. Neid termineid peab uurima suure hoolega mitte soovist tõestada teiste inimeste eksimusi, vaid tõe huvides.

\* “hujus aevi philosophos.” Fraser viitab siinkohal Baconile ning Newtoni, Borelli ja Leibnizi tõstatatud küsimustele. (Fraser, Berkeley 1901)

3. **Ahvatlus** [*Solicitatio*] ja **pingutus** [*nisus*] või **püüdlus** [*conatus*] kuuluvad päristiselt üksnes elusolevustele. Kui need omistatakse teistele asjadele, tuleb neid mõista metafooridena — ent filosoof peaks metafooridest hoiduma. Pealegi nõustuks igaüks, kes on neile asjadele tõsiselt mõelnud, et neil termineil puudub selge ja eristuv [*distincti*] tähendus, mis seisaks lahus hinge tundmustest [*affectione*] ja keha liikumisest.

4. Raskeid [*gravia*] kehi toetades tunneme endas pingutust [*nisum*], väsimust [*fatigationem*] ja ebamugavust [*molestiam*]. Langevates rasketes kehaes tajume ka kiirenevat liikumist maa keskpunkti suunas — ning see on kõik, mida meeled meile ütlevad. Mõistusega me siiski järeldame, et nendel nähtustel [*phaenomenon*] on mingi põhjus [*causam*] või printsip, ning seda hüütakse tavaliselt **raskuseks** [*gravitas*]\*. Ent kuna raskete kehaes langemise põhjus on nähtamatu ja teadmatu [*incognita*], ei saa raskust [*gravitas*]\*\* selles tähenduses õigupoolest nimetada tajutavaks omaduseks [*qualitas sensibilis*\*\*\*. Järelikult on see varjatud omadus [*qualitas occulta*]. Ent mis on varjatud omadus või kuidas ükski omadus midagi teha [*agere*] või mõjutada [*operari*] saab, võime vaevalt kujutleda [*concupere*] — tegelikult me ei suudagi seda kujutleda. Ja nii talitaksid inimesed paremini, kui nad laseksid varjatud omadustel oma teed minna ning pööraksid tähelepanu vaid nende tajutavatele mõjudele [*ad effectus sensibiles*]. Abstraktsetest terminitest [*vocibusque abstractis*] (kui kasulikud nad millegi tõestuses [*ad disserendum*] ka poleks) tuleks mõtlemises [*in meditatione*] loobuda ning mõistus peaks keskenduma üksikule ja konkreetsele [*particularibus et concretis*], seega asjadele endile.

\* Jakapi (1999: 1469): *gravitatsioon*.

\*\* Jakapi: *aistiliseks kvaliteediks*.

\*\*\* Jakapi: *okultne kvaliteet*.

5. Samamoodi omistatakse kehadele **jõud** [*vis*]\* ning seda sõna kasutatakse, just nagu see tähistaks tuntud omadust [*qualitas*\*\*], mis erineb liikumisest, kujust [*figura*] ja igast muust tajutavast asjast [*re sensibili*], samuti igast elusolendite tundmusest [*ab omni animalis affectione*\*\*\*. Ent kui te uurite asja lähemalt, nõustute, et selline jõud ei ole midagi muud kui **varjatud** omadus [*qualitatem occultam*]. Looma pingutust [*nisus*] ja kehalist liikumist [*motus corporeus*] peetakse tavaliselt selle varjatud omaduse tunnusteks [*symptomata*] ja mõõtudeks [*mensurae*].

\* “vis.” Fraseri sõnul on oletus, et *aktiivne jõud* kuulub vahetute meelteandmete hulka, siinkohal toodud näiteks abstraktsete sõnade väärkasutusest, mille tähendusetust Berkeley järgnevas demonstreerib. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* Jakapi (1999: 1469): *teadaolevat kvaliteeti*.

\*\*\* Jakapi: *elusolevuse mõjustusest*.



6. Niisiis on ilmselt kasutu pidada raskust [*gravitas*] või jõudu liikumise printsiibiks\*. Sest kuidas võiks taolist printsiipi selgemalt mõista, nimetades seda [*dicatur*] varjatud omaduseks? Mis on ise varjatud [*occultum*], ei seleta ka midagi muud. Ja ma ei pea ütlema, et tundmatut toimivat põhjust [*causam agentem incognitam*] oleks õigem nimetada substantiks [*substantiam*] kui omaduseks. Jällegi kasutatakse **jõudu**, **raskust** ja muid seda sorti termineid sagedamini (ja õigusega) konkreetse kohta kui tähistamaks liikuvat keha, vastupanupinget [*difficultatem resistendi*] jms. Ent kui filosoofid tarvitavad neid, tähistamaks [*ad significandas*] teatud loomuseid [*naturas*], mis on välja puhastatud ja abstraheritud kõigist neist asjust, mis pole meeltega tajutavad, mida ei saa haarata mõttejõuga ega kujutledagi [*nec imaginatione effingi*]\*\*, siis sünnitavad need tõepoolest vigu ja segadust.

\* “principio”— “ülim seletus või algpõhjus,” kirjutab Fraser ning toob kõrvutuseks lõigu 36. “Metafoorid või tühisõnad” saavad aktsepteeritud seletusteks, kui liikumise tegeliku põhjuse koha võtab kehaline jõud või vägi, mille “varjatud põhjuseks” nimetamine ei seleta tegelikult midagi. “Füüsikuid eksitavad endiselt sõnad ja metafoorid.” (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* Fraser kõrvutab selle koha lõiguga 53, kus eritletakse *taju*, *kujutus* ja *intellekt*. (Fraser, Berkeley 1901)

7. Üldiste ja abstraktsete terminite teemal teevad paljud inimesed vigu; nad näevad nende väärtust tõestustes [*in disserendo*], kuid ei mõista nende eesmärki. Osalt on terminid leiutatud tavalise harjumuse tõttu juttu lühendada, osalt on neid välja mõelnud filosoofid õpetuse tarvis. Mitte, et need oleks kohandatud asjade loomusega, mis on tegelikult üksikud ja konkreetsed [*singulares et concretae*], ent need on kasulikud õpetuse edastamiseks [*ad tradendas disciplinas*], kuna nad muudavad mõisted [*notiones*] või vähemasti väited [*propositiones*] universaalseteks\*.

\* Vt. “Printsiipide” sissejuhatuses 16, 20, 21 ja “Alciphron”, Dial. VII. sect. 8, 17. (Fraser, Berkeley 1901)

8. Üldjuhul me eeldame, et kehaline jõud [*Vim corpoream*] on lihtsasti kujuteldav. Ent neil, kes on seda teemat hoolikamalt uurinud, on teistsugune arvamus, nagu ilmneb nende keele veidrast ähmasusest [*ex mira verborum obscuritate*], kui nad üritavad seda selgitada. Torricelli ütleb, et jõud [*vim*] ja impett [*impetum*] on abstraktsed ja peened asjad ning kvintessentsid [*quintessencias*], mis sisalduvad kehalises substantsis [*in substantia corporea*] nagu Kirke maagilises vaasis.\* Samamoodi kirjutab Leibniz, seletades jõu [*vi*] loomust: „Aktiivne primitiivne jõud, mis on ενελεχεια η πρωπε\*\*, vastab hingele [*animae*] või substantsiaalsele vormile [*formae substantiali*].“ Vaata *Acta Erudit. Lips*\*\*\*. Nii on isegi suurimad mehed, kui nad abstraktsioonidele järele annavad, sunnitud kasutama [*praeditas*] kindla tähenduseta termineid [*voces nulla certa significatione*], mis on vaid skolastiliste asjade varjud [*meras scholasticorum umbras sectentur*]. Uuemate autorite arvukatest töödest võiks tuua veel palju lõike, mis annavad rohket tõendust, et metafüüsilised abstraktsioonid

ei ole kõikjal andnud teed mehhaanikale [*mechanicae*] ja katsetele, vaid tekitavad filosoofidele endiselt tühja tüli.

\* Mateeria pole muud kui Kirke maagiline vaas, mis toimib jõu ja impeti liikumishulkade anumana. Jõud ja impett on nii peened abstraktsioonid ja nii muutlikud kvintessentsid, et neid ei saa sulgeda ühtegi muusse anumasse kui looduslike tahkete kehade sisimasse substantsi. Vt *Lezioni Accademiche*. (Berkeley märkus)

- Torricelli tsitaat: "La Materia altro non è che un vaso di Circe incantato, il quale serve per ricettacolo della forza et de' momenti dell' impeto. La forzae l'impeti sono astratti tanto sottili, sono quintessenze tanto spiritose, che in altre ampolle non si possono racchiudere, fuor che nell' intima corpulenza de' solidi naturali." (Torricelli 1715: 25)

\*\* *Algne entelehhia*, Maiorovi sõnul "peripateetiline termin" (Berkeley 1978: 539)

\*\*\* Vt Leibnizi "Spocimen Dynamicum" (1695).

9. Sellest allikast pärinevad mitmesugused absurdsused nagu näiteks järgmine ütlus: "Põrkejõud [*vim percussiois*], olgu see kui tahes väike, on lõpmata suur [*esse infinite magnam*]" — mis tõepoolest eeldab, et raskus [*gravitatem*] on teatud reaalne omadus [*qualitatem*], mis erineb kõigist teistest, ning et gravitatsioon [*gravitationem*] on selle omaduse toime ja reaalselt erinev liikumisest [*a motu realiter distinctum*]. Ent ka väga väikesel pörkel on suurem mõju kui suurimal gravitatsioonil ilma liikumiseta. Esimene neist tekitab tõepoolest liikumise, teine mitte. Millest järeldub, et põrkejõud ületab gravitatsioonijõu [*vim gravitationis*] lõpmata palju kordi, st on lõpmata suur\*. Vaadake Galileo eksperimente ning Torricelli, Borelli ja teiste kirjutisi põrkejõust.

\* Borelli "De Vi Percussionis". Bolonia: Iacobus Montius, 1667,, cap. XXIV. prop. 88 ja cap. XXVII. (Fraser, Berkeley 1901; Berkeley 2009a: 126) Vt ka Galilei "Della Forza della Percossa" ja Torricelli "Lezioni Accademiche".

Muide, siinkohal seisab esimeses trükis *infinita* ja järgmistes *definita*, mida peavad veaks nii Luce kui ka Ana Rioja Nieto (Berkeley 2009a: 126). Nendega jääb vaid nõustuda.

10. Me peame siiski tunnistama, et ühtki jõudu ei tunta vahetult sellest enesest, ega teata ega mõõdeta muidu kui selle mõju [*effectum*]\* kaudu\*\*; kuid surnud jõul [*vis mortuae*] või lihtsal gravitatsioonil [*gravitationis simplicis*] paigalseisvas [*quiescente*] kehas ei ole mingit mõju, pörkumisel [*percussiois*] seevastu on mõju. Kuna järelikult on jõud proportsionaalsed mõjudega, võime järeldada, et surnud jõudu [*vim mortuam*]\*\* pole, ent me ei tohi sellest järeldada, et põrkejõud [*vim percussiois*] on lõpmatu; sest me ei saa pidada ühtki positiivset suurust [*quantitatem ullam positivam*] lõpmatuks selle põhjal, et see ületab lõpmatul määral [*ratione infinita*] nullsuuruse [*quantitatem nullam*] ehk eimillegi.

\* "per effectum," st selle tajutavate mõjude kaudu, toonitab Fraser: reaalne vägi või aktiivne jõud polevat meelteandmeis, vaid vaimus, millest meil on näide omaenda isikliku tegevoleku näol. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* Siinkohas vaidleb näiteks d'Holbach Berkeleyle risti vastu, väites, et hoolimata väliste efektide puudumisest on mõju täiesti olemas, nagu saab ilmseks, kui torgata käsi raske kivi ja maapinna vahele — erinevalt maapinnast pole käel küllalt energiat, et kivi raskusele vastu

panna. Gravitatsioonist jõu kui niisuguse juurde siirdudes on huvitav Tartuski õpetanud Wilhelm Ostwaldi seisukoht, kes 1895. aastal Saksa loodusteadlaste kongressil esinedes väitis, et kui teda kepiaga lüüakse, tunneb ta kepi energiat, mitte kepi ennast. Näha siin paralleeli jõu (väidetava) vahetu tajumisega oleks ehk veidi liiga kaugeleulatuv järeldus, kuid ilmselt on inimestel neis asjus erinevad intuitsioonid. (Kedrov 1962: 56)

\*\*\* “vim mortuam.” “Ainus vägi, mille me leida võime, on vaimu elav vägi,” kommenteerib Fraser. Mõistus on maailmas alaliselt aktiivne, püsides meeltele tajumatu ning ilmnedes neile üksipäini oma mõjude kaudu. “Vägi” ehk. “gravitatsioon” asjades eristuvat aga tajutavast “liikumisest” vaid eksitava abstraktsiooni loodud illusiooni kaudu. Pole olemas *füüsilist* väge, mis paikneks ühelt poolt aktiivse vaimu ja teiselt poolt meile tajutavate muutuste vahel, kinnitab Fraser.. Vt ka järgnevat lõiku. (Fraser, Berkeley 1901)

11. Gravitatsioonijõudu ei tohi eraldada liikumishulgast [*a momento*]\*, kuid pole liikumishulka ilma kiirusega [*sine celeritate*; Luce: *velocity*], kuna see on mass korda kiirus; kiirust omakorda ei saa olla ilma liikumiseta ning sama kehtib järelikult gravitatsioonijõu [*vis gravitationis*] kohta. Samas ei anna ükski jõud endast märku muidu kui oma mõju [*per actionem*] kaudu ning mõju kaudu seda ka mõõdetakse; ent me ei suuda eraldada kehal avalduvat mõju [*actionem ... corporis*] selle liikumisest. Seega liigub raske keha [*corpus grave*], kuni see muudab selle alla pandud tinatüki või nõõri kuju; aga kui see on paigal [*quiescit*], ei tee see midagi või (mis teeb sama välja) takistatakse seda tegutsemast [*agere prohibetur*]. Lühidalt: terminid **survad jõud** [*vis mortua*] ja **gravitatsioon** [*gravitatio*] peaksid metafüüsiliste abstraktsioonide abiga tähendama [*mean*] midagi muud kui liikuv [*movente*], liigutatav [*moto*], liikumine [*motu*] ja paigalseis [*quiete*], kuid tegelikult ei ole tähendustes mingit seesugust vahet, mis seal väidetakse olevat.

\* Liikumishulga mõiste polnud Berkeley traktaadi ilmuniseks veel päriselt paigas. Samal aastal (1721) ilmunud Jenningsi “Miscellaneas” määratleti see siiski juba “riskülikuna”, mis koosneb massist ja kiirusest — arvestades ka suunda, mitte üksnes kiirust, nagu tegi Descartes, kes pidas liikumishulka skalaariks, mitte vektoriks. Käesolevas tõlkes on *impetus* (liikumishulk kui tõuge) tõlgitud Enn Kasaku soovitusel sõnaga *impett* ning *momentum* vastega liikumishulk (ehkki mõnes kontekstis võiks see olla ka pöördemoment, ei ole see võimalus siinses traktaadis tõenäoliselt oluline).

12. Kui keegi peaks väitma, et nõõri otsa riputatud või sellele asetatud raskus seda mõjutab, kuna raskus takistab nõõril ennast elastsusjõu abil taastamast, vastan ma, et mõistuse järgi võttes mõjutab [*agere*] iga madalam keha kõrgemat, mis sellel lasub, kuna madalam keha takistab kõrgemat alla tulemast. Ent seda, kui üks keha takistab teist asumast samas kohas, kus on esimene, ei saa nimetada selle keha mõjutamiseks [*actio*].

13. Mõnikord me tunneme graviteeruva [*gravitantis*] keha survet. Kuid see ebamugav tundmus tuleneb raske keha liikumisest, mis antakse edasi meie keha kiududele [*fibris*] ja närvidele, ning nende olukorra muutusest, seega peaks seda nimetama põrkumiseks [*adeoque percussioni accepta referri debet*]. Neis asjades mõjutab

meid rida tõsiseid eelarvamusi, mis tuleks alla suruda või terase ja järjekindla arutlemise [*meditatione*] teel isegi täielikult välja ajada\*.

\* “*meditatione subigenda sunt.*” Vt. “Õigeksmõistetud nägemisteooria”, 35, 70. (Fraser, Berkeley 1901)

14. Tõestamaks, et iga hulk on lõpmatu, peame näitama, et mingi lõplik homogeenne [*homogeneam*] osa sisaldub selles lõpmatu arvu kordi. Kuid nagu väidavad needsamad autorid, kes kinnitavad põrkejõu lõpmatust [*vis infinitae percussionis*], suhtub surnud jõud [*vis mortua*] põrkejõudu mitte nagu osa tervikusse, vaid nagu punkt joonde. Sel teemal võiks veel paljugi lisada, kuid ma kardan muutuda paljusõnaliseks.

15. Eelkirjeldatud põhimõtete kohaselt saab lahendada kuulsad vaidlused, mis on õpetatud meeste meeli suuresti koormanud; näiteks vaidluse jõudude proportsiooni [*de proportione virium*] asjus. Üks pool mõõnab küll, et liikumishulgad [*momenta*], liikumised [*motus*] ja impetid [*impetus*] on etteantud massi korral lihtsalt kiirused [*velocitates*], kuid kinnitab, et jõud on kiiruste ruudud. Igaüks näeb, et see arvamus eeldab, et keha jõud erineb\* liikumishulgast, liikumisest ja impetist, ning kukub selle eelduseta kokku.

\* “*distingui.*” Fraseri kommentaari kohaselt väidetakse siin, et niinimetatud vägi tajutavais asjus on eristamatu meeltes vastuvõetud järgnevustest. Berkeley jaoks olevat natuurfilosoofia ülesanne pärida, milliste reeglite kohaselt tajutavad efektid ühtviisi ilmnevad. Vt ka “*Siris*” 236, 247, 249. (Fraser, Berkeley 1901)

16. Et veelgi selgitada, kuidas teatud veider segadus on metafüüsiliste abstraktsioonide kaudu liikumisõpetusse [*in doctrinam de motu*] toodud, vaadelgem kuulsate meeste arvamuste konflikti jõu ja impeti [*impetu*] teemal. Leibniz ajab impeti segi liikumisega. Newtoni\* järgi on impett tegelikult sama kui inertsjõud [*vi inertiae*]. Borelli\*\* kinnitab, et impett on ainult kiiruse määr [*impetum non aliud esse quam gradum velocitatis*]. Mõned peavad impetti ja pingutust [*conatum*] erinevaks, mõned identseks. Enamik peab liikumapanevat jõudu [*vim motricem*] liikumisega proportsionaalseks, kuid mitmed eelistavad näha liikumapaneva kõrval mingit muud jõudu, mida mõõdetaks teistmoodi, näiteks kiiruse ruuduna massi suhtes [*per quadrata velocitatum in moles*]. Ent seda mõtteliini lõpuni järgida oleks lõputu töö.

\* “*Principia Math.*” Def. III. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* “*De Vi Percussionis*”, cap. I. (Fraser, Berkeley 1901)

17. **Jõud**, **raskus** [*gravitas*], **külgetõmme** [*attractio*] ja teised sedasorti terminid on kasulikud\* põhjendustes ja arutlustes liikumise ja liikuvate kehade kohta, kuid mitte mõistmaks liikumise enda lihtsat loomust või nii paljude eri omaduste märkimiseks. Mis puutub külgetõmbesse, siis selle võttis Newton kasutusele selgelt mitte tõelise

füüsikalise omaduse, vaid üksnes matemaatilise hüpoteesina\*\*. Tõepoolest tunnistab ka Leibniz, eristades elementaarset pingutust [*nisum*] või ahvatlust [*solicitationem*] impetist [*ab impetu*], et neid entiteete looduses tegelikult ei leidu, vaid need tuleb luua abstraheerimise abil.

\* “utiles”. “Sõnu nagu “jõud”, “vägi”, “raskus”, “külgetõmme” peetakse füüsikalistes arutlustes liikumise *fenomenide* teemal käepärasteks, kuid kasutatune filosoofiliste väljendustena liikumise *põhjuse* kohta, mis jääb kaugemale tajudest ja mehaanikateadusest, on need väärtusetud”, nendib Fraser ning soovib vaadata “Sirise” lõike 234 ja 235. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* Vt ka lõik 67. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\*\*

22. Kõik see, mida me teame, millele oleme andnud nimeks “keha”, ei sisalda eneses midagi, mis võiks olla liikumise printsiip või toimiv põhjus [*causa efficiens*]; sest läbitungimatus, ulatus ja kuju [*figura*] ei hõlma ega tähista ühtki liikumist tekitavat väge [*potentiam producendi motum*]. Ei, otse vastupidi, kui me vaatame ükshaaval noid keha omadusi ja mis tahes muid omadusi veel olla võiks, näeme, et nad kõik on tegelikult passiivsed ning neis pole midagi aktiivset, mida võiks milgi viisil pidada liikumise allikaks ja printsiibiks [*fons et principium motus*]\*. Mis puudutab raskust [*Gravitatem*], siis oleme eespool juba näidanud, et selle terminiga ei mõelda midagi, mida me teaksime, ei midagi muud kui tajutavat mõju [*effectu sensibili*], mille põhjust me otsime. Ja tõepoolest, kui me nimetame keha raskeks, ei mõista me sellest muud kui et see kandub allapoole, ning selle tajutava mõju põhjusest ei arva me midagi.

\* “nihilque,” &c. Vt. “Principles of Human Knowledge”, nt 26, 65, 66, kus “meelte ette seatud ideede ehk siis materiaalse maailma olemuslikku passiivsust peetakse alusprintsiibiks, toetudes meie tajukogemusele tajutavatest asjadest”, kommenteerib Fraser. Tema kirjeldust mööda väidab Berkeley (24), et liikumise põhjusest kui *millestki tajutavast* kõneldes näitame vaid, et me sellest midagi ei tea. Vt. 28, 29 jne (Fraser, Berkeley 1901)

\*\*\*

61. Kõverjoont [*curva*] võib vaadelda koosnevana lõputust hulgast sirgetest, ehkki tegelikult see ei koosne neist. See hüpotees on geomeetrias kasulik; samamoodi võib ringliikumist pidada tulenevaks lõputust hulgast sirgjoonelistest liikumistest — milline eeldus on kasulik mehhaanikas. Ent see ei tähenda, et suvalise keha raskuskese ei võiks eksisteerida järjestikku ringikujulise perifeeria [*peripheriae circularis*] üksikpunktides, arvestamata sirgjoonelisi liikumisi puutujal või raadiusel [*nulla ratione habita directionis ullius rectilineae, sive in tangente sive in radio*].

62. Me ei tohi unustada osutamast, et kivi liikumist lingus või vee liikumist

keerutatavas ämbri ei saa nimetada tegelikuks ringliikumiseks [*motum vere circularem*], sest selle termini mõtlesid välja need, kes määratlevad kehade tegelikke asukohti [*loca vera corporum*] absoluutse ruumi osade suhtes, samas kui see [seesugune liikumine] on veider summa [*mire compositus*] liikumistest — mitte üksnes ämbri või lingu liikumistest, vaid ka maa igapäevasest liikumisest ümber tema enda telje, tema igakuisest liikumisest maa ja kuu ühise raskuskeskme ümber ning tema iga-aastasest liikumisest ümber päikese. Ja sellepärast kirjeldab iga kivi või vee osake joont, mis erineb ringikujulisest suuresti. Tegelikult ei eksisteeri ka taolist oletatavat aksifugaalset püüdlust [*conatus axifugus*], kuna see ei puuduta mingit absoluutse ruumi suhtes paikset telge, kui me oletame, et niisugune ruum on olemas; vastavalt ei mõista ma ka, kuidas saab nimetada üheksainsaks püüdluseks [*conatus unicus*] seda, millele tõelise ja adekvaatse tulemusena vastab tegelik ringliikumine [*motus vere circularis*].

63. Ühtki liikumist ei saa kindlaks teha ega mõõta muul viisil kui tajutavate asjade kaudu. Kuna sel juhul ei mõjuta absoluutne ruum meeli mingil moel, on see paratamatult liikumiste eristamiseks üpriski kasutu. Pealegi on liikumisele olemuslik siht või suund, kuid see seisneb suhtelisuses. Järelikult on võimatu mõelda absoluutsest liikumisest. [*Ergo impossibile est ut motus absolutus concipiatur.*]

64. Enamgi veel, kuna sama keha liikumine võib erineda sõltuvalt suhtelisest kohast — tõepoolest, asja kohta võib öelda ühes suhtes, et see liigub, ja teises suhtes, et see on paigal\* —, siis tegeliku liikumise ja tegeliku paigalseisu [*motum verum et quietem veram*] kindlakstegemiseks, et välistada mitmemõttelisus ja röömustada filosoofe, kes vaatavad asjade süsteemi laiemalt, piisaks sellest, kui võtta absoluutse ruumi asemel kasutusele suhteline ruum, mis on piiratud kinnistähedega taevaga, mida me peame paigalolevaks. Ja tõepoolest, sellises suhtelises ruumis määratletud liikumine ja paigalseis võivad mugavalt asendada absoluutsed, mida neist ühelgi viisil eristada ei saa. Ses kuidas iganes jõude ka ei rakendataks, mis iganes püüdlusi [*conatus*] ka poleks, võime ikkagi väita, et liikumist eristab kehadele avalduv mõju [*concedamus motum distingui per actiones in corpora exercitas*; Luce: *actions exerted on bodies*]; samas ei tulene sellest kunagi, et oleks olemas seesugune absoluutne ruum ja absoluutne koht, mille muutus olekski tegelik liikumine [*locum verum*; Luce: *true motion*]\*\*.

\* Vt Locke, “Essee inimõistusest”, Rmt II. ptk 13, §§ 7–10. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* *Locum* lõigu lõpus tundub olevat trükiviga, teksti loogika järgi peetakse ikkagi silmas liikumist, mitte kohta — nagu on tõlkinud Luce ja enamik muukeelseid tõlkijaid tema eeskujul. Vrd Berkeley 1969:239, Berkeley 1987: 178, Berkely 2009a: 130–131 vs “...что указанное пространство, т.е. абсолютное место и его изменение, налично существует как истинное место.” (Berkeley 1978: 384, tlk Maiorov) ja “...never, however, will it follow that that space, absolute place, exists, and that change in it is true place.” (Berkeley 1965: 270, tlk Armstrong)

65. Liikumiste ja nende mõjude seadused [*Leges motuum, effectusque*] ning teoreemid, milles on nende proportsioonid ja arvutused erinevate kulgemisteede, samuti kiirenduste [*accelerationibus*] ja eri suundade [*directionibus diversis*] puhuks ning suuremat või väiksemat takistust osutavate keskkondade jaoks, kehtivad kõik ilma absoluutset liikumist mängu toomata. Sellest ilmneb, et kuna absoluutse liikumise kasutusele võtnute printsiipide kohaselt ei saa me ühelgi viisil teada, kas kõigi asjade raamistik on paigal [*utrum integra rerum compages quiescat*; Luce: *whole frame of things*] või liigub ühtlaselt mingi suunas, ei saa me ilmselgelt teada ühegi keha absoluutset liikumist.

66. Eelnevast on selge, et liikumise tegeliku loomuse [*ad veram motus naturam*] määratlemisel on suureks abiks järgnevad reeglid: (1) eristada matemaatilisi hüpoteese asjade loomustest [*naturas rerum*]; (2) hoiduda abstraktsioonidest; (3) pidada liikumist millekski tajutavaks või vähemalt kujutletavaks; ja olla rahul suhteliste mõõtmistega. Kui me nõnda teeme, jäävad puutumatuks kõik mehhaanilise filosoofia kuulsad teoreemid, mille abil avatakse looduse saladusi, ning liikumise uurimine vabaneb tuhandest pisiasjast, nüansist ja abstraktselt ideest. Ja las piisab öeldust liikumise loomuse kohta.

67. Jääb veel arutleda liikumiste edasikandumise põhjuse [*causa communicationis motuum*] üle\*. Enamik inimesi arvab, et liigutatavale keha avaldub jõud on selle liikumise põhjus. Samas ei määra nad teadaolevat [*cognitam*] liikumise põhjust ning eelnenud arutlusest on selge, et see peab seisma eraldi kehast ja liikumisest. Selge on seegi, et jõud ei ole mingi kindel ja määratletud asi, kuna suurmeestel on selle suhtes väga erinevad, isegi vastukäivad arvamused, ja ometi saavutavad nad tulemusena tõe. Sest Newton ütleb\*\*, et mõjutav jõud [*vim impressam*; Luce: *impressed force*]\*\*\* seisneb üksnes mõjus ja on kehale selle seisundi [*ad statum ejus*] muutmiseks avaldatud mõju ning see ei jää püsima pärast mõju lõppu. Torricelli\*\*\*\* vaidleb talle vastu, väites, et teatav hulk [*cumulum*; Luce: *heap*] või kogum [*aggregatum*] jõude antakse pörkel edasi liikuvale kehale ning sinna see jääbki, moodustades [*constituere*] impeti [*impetum*]. Borelli\*\*\*\*\* ja teised ütlevad suuresti sama. Kuid ehkki Newton ja Torricelli ei paista teineteisega nõustuvat, on mõlema vaated kooskõlalised [*consentanea*] ja asja ennast seletavad mõlemad küllalt hästi. Sest kõik kehadele omistatavad jõud on matemaatilised hüpoteesid, samuti kui planeetide ja päikese külgetõmbejõud. Aga matemaatilistel entiteetidel [*entia mathematica*] ei ole asjade loomuses püsivat olemust [*in rerum natura stabilem essentiam non habent*] ja nad sõltuvad määratleja arusaamadest [*a notione definientis*]. Samas võib üht asja selgitada mitmel viisil.

\* Lõigud 67–72 tegelevad liikumise oletatava väljutamisega lõõvast kehast löödud kehasse.

“On’s see pelgalt metafooriline?” küsib Fraser. “Kas tabatud keha saadud liikumine peaks olema eelmise edasiantuga identne või ekvivalentne?” (Fraser, Berkeley 1901)

\*\* “Principia”, Def. IV. (Fraser, Berkeley 1901)

\*\*\*; Jakapi (1999: 1471): *mõjuv jõud*, "õieti "peale-" või "sissesurutud" või "-vajutatud" jõud".

\*\*\*\* "Lezioni Accademiche". (Fraser, Berkeley 1901)

\*\*\*\*\* "De Vi Percussionis", cap. IX. (Fraser, Berkeley 1901)



## Lisa 2. Newtoni ja Berkeley bio-bibliograafiline lühikronoloogia

Selguse huvides oli mulle töö kirjutamisel abiks väike tabel Newtoni ja Berkeley võrdleva biograafilise ja bibliograafilise kronoloogia ning napi filosoofialoolise taustaga. Kuna asjaosaliste eluloost töös pikemalt juttu ei tule ning esitatud pole ka süsteemset ülevaadet asjassepuutuvate isikute ja teoste ajaloolisest järgnevusest, kuid selge arusaam toimunust on vajalik meie kahe peategelase suhete ja konteksti mõistmiseks, on lootust, et see pisike abivahend osutub praktiliseks ka mõne lugeja silmis.

Aasta	Newton	Berkeley	Teadusfilosoofia
1642	sündis		
1644			<i>Descartes'i "Filosoofia printsiibid"</i>
1645			<i>Ismaël Bullialduse "Astronomia philolaica"</i>
1650			Suri Descartes
1660			Loodi Londoni Kuninglik Selts
1661			<i>Robert Boyle'i "The Sceptical Chymist"</i>
1665			<i>"Philosophical Transactions"; Robert Hooke'i "Micrographia".</i>
1666	Newtoni <i>annus mirabilis</i>		<i>Giovanni Alfonso Borelli "Theoricae Mediceorum planetarum ex causis physicis deductae" ("Medici planeetide teooria, järeldatud füüsikalistest põhjustest")</i>
1667	Kaitses magistrikraadi		<i>Borelli "De vi percussionis" ("Põrkejõududest")</i>
1669	Sai Isaac Barrow'lt Cambridge'i professuuri.		<i>Isaac Barrow "Lectiones Opticae et Geometricae"</i>
1670			<i>Giovanni Alfonso Borelli "De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus"</i>
1671	<i>"Method of Fluxions"</i> ; demonstreeris Seltsis teleskoopi		
1682			<i>Bullialduse "Opus novum ad</i>

			<i>arithmeticam infinitorum</i>
1684	<i>"De motu corporum in gyrum"</i>		
1685		sündis	
1687	<b><i>"Philosophiae Naturalis Principia Mathematica"</i></b>		<i>Pierre Varignoni "Projet d'une nouvelle mécanique"</i> käsitles mehhaanikat jõudude summana.
1690			Varignon pakkus gravitatsiooni mehhaanilise seletuse, samuti Nicolas Fatio de Duillier.
1696	Warden of the Mint		<i>William Whistoni "A New Theory of the Earth from its Original to the Consummation of All Things"</i>
1697			<i>Samuel Clarke'i ladina tõlge Jacques Rohault' "Traité de physique'ist"</i>
1698	Hakkas valerahategijaid jälitama		
1699	Master of the Mint; saatis William Chaloneri võlla		
1702	Andis professorikoha üle William Whistonile		
1703	Sai Kuningliku Seltsi presidendiks ja Prantsuse Akadeemia liikmeks		
1704	<i>"Opticks"</i> , esimene ingliskeelne trükk	Kaitses bakalaureusekraadi	
1705	Löödi rüütliks		<i>Edmund Halley "Synopsis of the Astronomy of Comets"</i>
1706	<i>"Optika"</i> esimene ladinakeelne trükk		
1707	<i>"Arithmetica Universalis"</i>		
1709		<i>"An Essay towards a New Theory of Vision"</i>	
1710		<i>"A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge"</i>	Whiston jäeti professorikohast ilma
1712	Newton ja Halley piraatisid Flamsteedi tähekataloogi.	<i>"A Discourse on Passive Obedience"</i>	

1713	"Principia" teine trükk	"Three Dialogues between Hylas and Philonous"	
1715			Clarke alustas vaidlust Leibniziga; Torricelli "Lezioni accademiche"
1717	Viis naela hõbedalt kullastandardile; ilmus "Optika" teine ingliskeelne trükk		Clarke'i ja Leibnizi kirjad trükiti
1721		"De motu", sai teoloogiadoktoriks	
		Sai Derry diakoniks, kaitses doktorikraadi	
1725	"Chronology of Ancient Kingdoms" (pr k)		
1727	<b>suri</b>		
1728		Kolis Ameerikasse	
1731	Monumenteeriti Westminster Abbeys		
1732		"Alciphron", tuli tagasi Londonisse	
1734		"Analüütik", sai Cloyne'i piiskopiks	
1735		"A Defence of Free-thinking in Mathematics"	
1737	Francesco Algarotti "Il neutoniano per le dame"		
1738	Voltaire'i "Newtoni filosoofia elemendid"		
1744		"Siris"	
1752		"Further Thoughts on Tar-water"	
1753		<b>suri</b>	

### Lisa 3. Väike Berkeley tõlkesõnastik

Püüdes Berkeley traktaadi tõlkimisel säilitada terminoloogilisi struktuure, kujunes töö kõrvalt mõningate tõlkes kasutatud terminite sõnastik lüheldaste kommentaaridega. Inglise vasted pärinevad A. A. Luce'i tõlkest (Berkeley 1993).

#### eesti – ladina – inglise

ahvatlus – sollicitatio – solicitation  
aksifugaalne – axifugus – axifugal  
entiteet – ens – entity  
edasikandumine – communicatio – communication  
gravitatsioon – gravitatio – gravitation  
impett (*liikumishulk kui tõuge*) – impetus – impetus  
inertsjõud – vis inertiae – force of inertia  
jõud – vis – force  
kiirus – velocitas, celeritas – velocity, speed  
kuju – figura – figure  
kvintessents – quintessentia – quintessence  
külgetõmme – attractio – attraction  
liikumine – motus – motion, movement  
liikumishulk – momentum – momentum  
loomus – natura – nature  
mehhaanika – mechanica – mechanical science  
nähtus – phenomenon – phenomenon  
olemus – essentia – essence  
omadus – qualitas – quality  
pingutus – nusus – effort, conatus  
põrge, põrkumine – percussio – percussion  
põrkejõud – vis percussiois – force of percussion  
püüdlus – conatio – conation, conatus  
raskus – gravitas – gravity  
substants – substantia – substance  
surnud jõud – vis mortuus – dead force  
tegelik – verum – true  
varjatud omadus – qualitas occulta – occult quality  
vägi – potentia – power  
väsimus – fatigatio – fatigue  
ähmane – obscura – obscure

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,  
Raul Veede,

1.  
annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
"George Berkeley traktaadis "De motu" esitatud kriitikast Isaac Newtoni  
gravitatsioonikontseptsiooni suhtes",

mille juhendajad on Roomet Jakapi ja Enn Kasak

1.1.  
reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,  
sealhulgas  
digitaalarhiivi DSpace'i lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja  
lõppemiseni;

1.2.  
üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu,  
sealhulgas  
digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2.  
olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3.  
kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega  
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 22. mail 2017